وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المديرية العامة للبحث العلمي والتطوير التكنولوجي
مركز البحث العلمي والتقني لتطوير اللغة العربية

كرّاسات المركز

العدد التاسع / السنة 2019

دليل مستعمل

تطبيق تحليل الإشارات الصوتية ومعالجتها

بـرات (PRAAT)

الدكتور بن عيسى كبير

كراسات المركز
ردمد: ISSN: 1112-735X
ردمك: ISBN: 978-9961-9660-9-9
ردمد: ISSN: 1112-735X
ردمك: ISBN: 978-9961-9660-9-9
CAHIERS DU CENTRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Direction Générale de la Recherche Scientifique
et du Développement Technologique
Centre de Recherche Scientifique et Technique
Pour le Développement de la Langue Arabe

CAHIERS DU CENTRE

Numéro 9 / Année 2019

Guide utilisateur

de l'application d'analyse et de traitement des signaux acoustiques

PRAAT

Dr. BENAISSA KEBIR

Cahiers du centre

Série éditée par le

Centre de Recherche Scientifique et Technique pour le Développement de la Langue Arabe

Division Communication Parlée et Pathologie du Langage

Equipe logiciels parlants

Directeur : Cherif MERIBAI

Rédacteur du numéro : Dr. BENAISSA KEBIR

1, Djamel Eddine El Afghani, Bouzaréah. B.P 225, Rostomia 16011 Alger.

Direction : +213(0) 23180094 / Secrétariat : +213(0) 0095 / Fax : +213(0) 23180097

www.crstdla.edu.dz - contact@crstdla.dz

كراسات المركز

سلسلة يصدرها مركز البحث العلمي والتقني لتطوير اللغة العربية

قسم التبليغ المنطوق وعلم أمراض الكلام

فرقة البرمجيات الناطقة

المدير : أ.د الشريف مريبعي

محرر العدد : د. كبير بن عيسى

1، شارع جمال الدين الأفغاني، بوزريعة. ص.ب 225 الرّستميّة 16011. الجزائر

المديريّة : 23180094 (0)213+ / الأمانة : 23180095 (0)213+ / النّاسوخ : 23180097 (0)213+

www.crstdla.edu.dz - contact@crstdla.dz

كراسات المركز

سلسلة يصدرها مركز البحث العلمي والتقني لتطوير اللغة العربية

دليل مستعمل

تطبيق تحليل الإشارات الصوتية ومعالجتها

برات (PRAAT)

الدكتور كبير بن عيسى

العدد التاسع

2019

الإيداع القانوني : 2019

ردمد : 1112-735X

ردمك : 978-9961-9660-9-9

مقدمة

الصوتيات الفزيائية فرعٌ من فروع الصوتيات يُعنى بالجانب الأكوستيكي من الصوت اللغوي [1]، هذا الفرع من الصوتيات ذو أهمية كبيرة لمدرسي اللغات ودارسيها بمختلف تخصصاتهم، وللأرطوفونيين في معالجة أمراض الكلام (تقييم العلاج وتخطيطه)، وللتقنيين الذين لهم عناية بتحليل الكلام وتركيبه لأغراض مختلفة.

وقد تعزَّز هذا النوع من الدراسة أواخر القرن التاسع عشر، وأوجدت له عدة آلات لمعالجته إلا أن كثيرا من تلك الآلات قد استيعض عنها ببرامج حاسوبية أو تطبيقات، ومن جملتها تطبيق برات الذي يشيع استعماله بين المشتغلين بالصوت اللغوي. ومع مسيس الحاجة إلى هذا التطبيق الرائع الذي هو بحق مخبر صوتي معتصر في تطبيق حاسوبي، فليس ثمة دليل عربي متكامل للتعريف بكيفية استخدامه [2].

---

(1) سعة شكل الموجة الصوتية، ومدتها، وتواترها الأساس، وغير ذلك مما له اتصال بالتحليل الطيفي للصوت.

(2) لاستعمال برات في الصوتيات دليل استعمالي مفصل إلا أنه باللغة الإنجليزية، وهو مدمج في الموقع الرسمي للبرنامج (www.praat.org)، وفي قائمة (Help) من نافذة الكائنات فيه. إلا أنه ينبغي الإشارة إلى أن بعض المعلومات تستند إلى نسخ قديمة، لذا قد يحتاج

والدليل الذي نقدم له إنما هو مدخل إلى هذا التطبيق، وهو مزود بعشرات الصور التوضيحية، لتتم الفائدة. وقد حافظنا على أسماء الأوامر باللغة الإنجليزية، إذ لا وجود لنسخة عربية للتطبيق. ونأمل في مستقبل الأيام أن نقدم دليلا أكثر تفصيلا ذي طابع تفاعلي، مرفقا بواجهة معربة تسهيلا للتعامل معه في دراسة الصوت اللغوي العربي.

المستخدم إلى اجتهاد شخصي ليوفق بين محتويات الدليل المشار إليه، الذي هو في حقيقته توليفة من الدلائل ألفت على مدى سنوات مختلفة، وبين النسخة الجديدة التي بين يديه.

التعريف بالتطبيق

تطبيق برات (Praat) يعني بالهولندية "تكلَّم"، كتبه ويشرف عليه منذ 1992 باحثان هولنديان، هما: (David Weeninck) وزميله (Paul Boersma)، من معهد علوم الصوتيات بجامعة أمستردام.

هذا التطبيق لتحليل ومعالجة وكتابة الموجات الصوتية، والنسخة التي اعتمدناها هي: النسخة (6.0.40) الصادرة في 11 ماي 2018. هذا التطبيق يُستعمل أساسا في مجال الصوتيات والفونولوجيا، لكنه مستعمل بشكل كبير في ميادين أخرى تتعلق باللسانيات، وفي العلوم المجاورة كعلم النفس والإثنولوجيا وعلم الموسيقى.

ميزات التطبيق وخصائصه:

برات (Praat) تطبيق متميز للغاية في مجاله؛ فمن خصائصه أنَّه:

- مجاني التحميل، ومفتوح المصدر [1].
- يُمكِن تشغيله على مجموعة واسعة من الأنظمة، بما فيها الإصدارات المختلفة ليونكس وماكينتوش وويندوز.

---

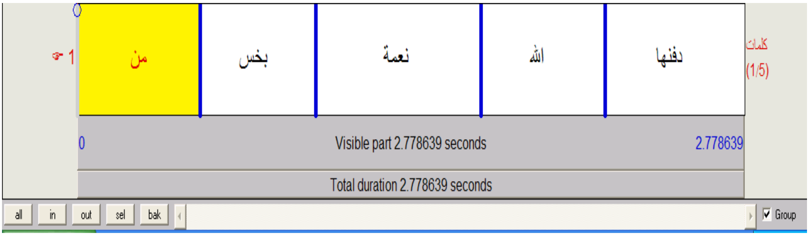
(1) يمكن تحميل مصادر برات البرمجية من موقع: (https://github.com/praat)، من ملفات من قبيل (praat5423_sources.zip) أو (praat5423_sources.tar.gz)، تبعا لنسخ التطبيق.

- يُمكِن وصله ببرامج أخرى.
- صغير الحجم، فحجم الإصدارة الأخيرة هو 35.5 Mo.
- سهل البرمجة والتصميم، ويجري تطويره وتحيينه باستمرار.
- سهل الاستخدام؛ فمع اختلاف واجهته عن معظم البرامج، إلا أنه مَرِنٌ للغاية؛ فعند فتحه تظهر نافذتان؛ إحداهما للكائنات (Praat objects)، والأخرى للصور (Praat picture)، وداخل هاتين النافذتين تجري جميع عمليات التحليل والدرس.
- يُمكِن من خلاله تحرير ملفات صوتية بحجم 2 جيغا بايت (3 ساعات)، وإضافة التأثيرات عليها، وتعديلها.
- يُمكِن من خلاله عزل الصوت، واستعادة التسجيلات القديمة بكُلِّ سُهولة ويُسر.
- يُمكِن من خلاله إجراء تحليل طيفي للملفات الصوتية.
- يُمكِن من خلاله تركيب الكلام وتجميع أجزاء المنطوق.
- يُمكِن من خلاله إنشاء صور عالية الجودة لتضمينها الأطاريح والمقالات العلمية.
- يُمكِن من خلاله التدوين المباشر على الإشارة الصوتية، في منحنى حاسوبي وبدقة معتبرة.
- يَسهُل فيه مُحاذاة الكتابةِ بالصوت، وإعادة قراءتها.

• يَقبل أحيانًا محوِّلات خارجية، ويُمكِن تصدير مَلفَّاته (ملفات الشبكات النصية ذات الامتداد: TextGrid.) نحو صيغ أخرى (.txt, .rtf...)، وكذا امتدادات برامج أخرى، نحو: CLAN، EXMERaLDA، TASX، Anvil، ELAN لإجراء تحاليل لاحِقًا [1].

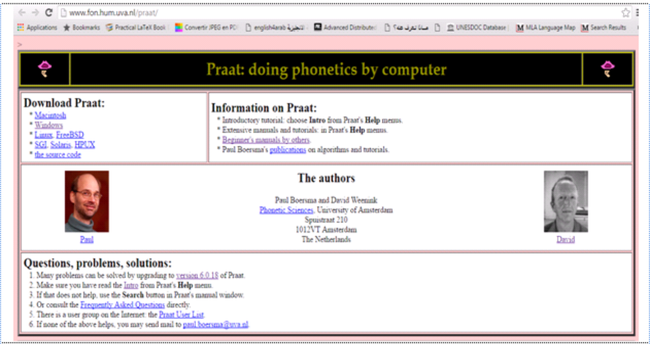
• هذه الميزات لا تمنع من وجود ثغرات في هذا التطبيق؛ فقراءة الصور المحسوبة من قبل برات ليست دائما دقيقة، فقد تقع أحيانا أخطاء يتعين مراجعتها بالسماع الدقيق، فمن لا يملك مهارات كافية في الصوتيات، أو لا يتحكم بمختلف وظائف التحليل في التطبيق، قد يخرُج باستنتاجات خطإ للنتائج التي يعطيها برات.

• التطبيق يدعم كتابة التعليقات بالعربية، إلا أنه ليس ثمة واجهة معرَّبة له، لذلك فإنَّ الكتابة فيه تُقرأ من اليسار إلى اليمين؛ فجملة: مِن بَخس نِعمة الله دَفنُها مَثلا؛ ستظهر هكذا:



(1) لمزيد تفصيل عن الامتدادات المدعومة في برات، والبرامج المختلفة المذكورة؛ يراجع:
http://weblex.ensish.fr/projects/xitools/logiciels/documentation.htm

الحصول على التطبيق وتنصيبه: يكفي نسخ أو تحميل النسخة الملائمة لنظام تشغيل الحاسوب من الصفحة الرسمية للتطبيق (www.praat.org) أو موقع (/www.fon.hum.uva.nl/praat) الموضح في (شكل1). بالضغط على الرابط المناسب، مع اتباع الإرشادات الموجودة هناك. بعد الفراغ من التحميل، يكفي إنشاء اختصار للتطبيق على مكتب الحاسوب، وبالنقر مرتين على أيقونة الاختصار، يُفتَح التطبيق.



شكل 1: الصفحة الرسمية للبرنامج على الشابكة

كيفية الإحالة على تطبيق برات : الإحالة على تطبيق برات في المقالات العلمية، تتم بإحدى طريقتين (مع تغيير التواريخ ورقم النسخة عند الحاجة):

الطريقة الأولى : إذا كان مَسموحًا بذكر البرامج الحاسوبية والمواقع الإلكترونية في المقال، كما هو الحال في أغلب المجلات العلمية اليوم؛ فتكون الإحالة وفق (APA)، وعديد من المجلات؛ هكذا:

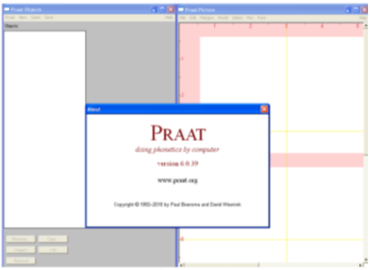
Boersma, Paul & Weenink, David (2018). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.0.39, retrieved 3 April 2018 from http://www.praat.org/

الطريقة الثانية : إذا لم يكن مسموحا بذكر المواقع الإلكترونية في المقال؛ فتكون الإحالة هكذا:

Boersma, Paul (2001). Praat, a system for doing phonetics by computer. *Glot International* 5:9/10, 341-345.

النوافذ الرئيسة للتطبيق

ثلاث نوافذ رئيسة في برنامج برات : نافذة (About)، نافذة (Praat Objects)، نافذة (Praat Picture) (شكل2).



شكل2 : النوافذ الرئيسة في برات

أولا/ نافذة حول (About) : هذه النافذة تعطي معلومات عن التطبيق (رقم النسخة، الموقع الرسمي للتطبيق، أسماء المؤلفين، تاريخ الإصدار)، وهي تختفي ثواني بعد فتح التطبيق، لكن يُمكن تفعليها من خلال القائمة الثابتة لنافذة الكائنات بالنقر على <Help> الخيار <About Praat>.

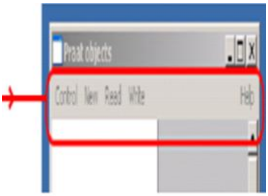
ثانيا/ نافذة كائنات برات (Praat Objects): هذه النافذة هي الواجهة المركزية للتطبيق؛ إنها تسمح لك بإدارة ملفاتك، وتفتح لك الطريق إلى الوظائف الرئيسة في (برات). والمراد بـ"الكائن" كل مخزَّن في ذاكرة عمليات التطبيق من ملفات صوتية تم قراءتها أو تسجيلها، أو مخرجات التطبق التحليلية (slice spectrum، spectrogram… إلخ). كُلُّ ما يظهر في هذه النافذة مُؤَقَّتٌ بطبيعته، لذا يجب حفظ ما تريد من هذه الكائنات عند العمل

عليها وعدم تعديلها بالخطأ، وإلا فستُمحى من الذاكرة بإغلاق التطبيق أو مسحها من قائمة الكائنات.

* تتكون نافذة الكائنات من قسمين رئيسَين:

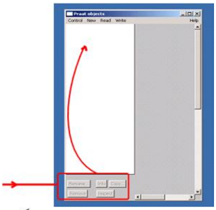
1- **قسم ثابت:** لا يتغير بتغيُّر الكائنات، يُستَخدم في العمليات الأساسية الخاصة بالملفات والكائنات. هذا القسم يحوي:

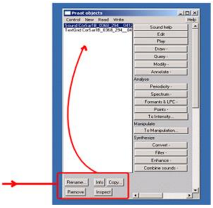
أ/ القوائم الأفقية: موقعها أعلى نافذة الكائنات؛ وهي تشمل كُلا من <Praat>، <New>، <Open>، <Save>، <Help>. كل واحدة من هذه القوائم تنسدل بخيارات متعددة (شكل3).



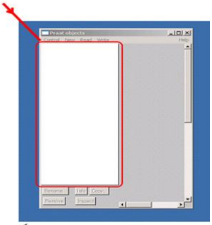
شكل 3: القوائم الأفقية في نافذة الكائنات

ب/ الأزرار الخمسة: تقع أسفل النافذة؛ وهي: <Rename> لإعادة تسمية كائن ما، <Copy> لنسخه، <Remove> لحذفه، <Inspect> لتصفح بياناته الداخلية، و<Info> للاستفسار عنه. هذه الوظائف مشتركة بين كل الكائنات مهما كان نوعها، تكون مُعطَّلة وتظهر باللون الرمادي إذا لم يتم تحديد أي كائن أو لم يكن حاضرا في القائمة (شكل4-5).

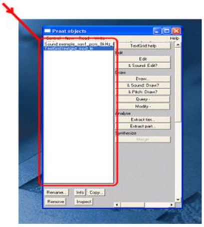

شكل 4: الأزرار الخمسة معطَّلة


شكل 5: الأزرار الخمسة مفعَّلة

ج/ قائمة الكائنات: وهي المساحة البيضاء التي تظهر في النصف الأيسر من النافذة، عند فتح التطبيق، وتشتمل على أسماء الكائنات الموجودة في ذاكرة عمل التطبيق، وتظهر عليها الملفات المفتوحة في هيئة قائمة يلي فيها الواحد الآخر (شكل 6-7).

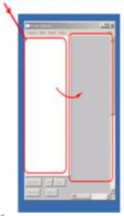


شكل 6: قائمة الكائنات معطّلة

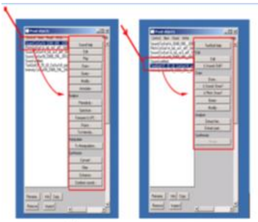


شكل 7: قائمة الكائنات مفعّلة

2- قسم دينامي (القائمة الرئيسة): يقع يَمين نافذة الكائنات، هذا القسم تظهر مكوناته على هيئة قائمة خيارات، تبدو فارغة عند فتح التطبيق، عند خلوه من أي كائن. عدد وخيارات القوائم في هذا القسم يتغير بتغير الكائنات المحدَّدة في قائمة الكائنات، ووظيفة القوائم تتعلق بالكائنات المحدَّدة وحدها (شكل 8-9).

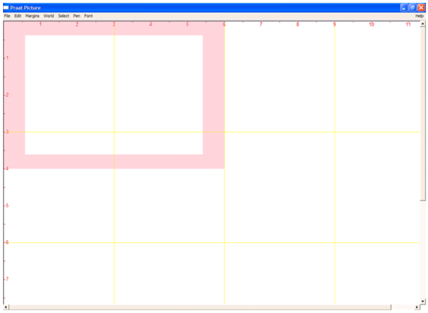


شكل 8: القوائم العمودية معطّلة



شكل 9: القوائم العمودية مفعّلة

ثالثا/ نافذة صور برات (Praat Picture): هذه النافذة تسمح بتحليل وطباعة الصور الطيفية المختلفة، والتعليق عليها لطباعتها (شكل 10)، أو حفظها



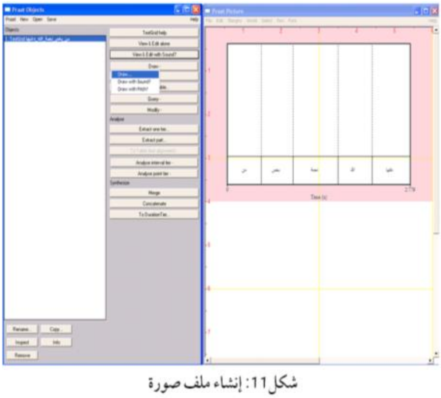
شكل 10: نافذة الصورة

لإدراجها في تقرير أو عرض. كما تُوفِّر إمكانية رسم أشكال هندسية وتلوينها، وإجراء قياسات، وتحديد أجزاء معينة، والتحكم بحجم خط الرسم ولونه، وبنط خط الكتابة ونوعه.

يشتمل الشريط الأفقي من نافذة الصورة على عدة قوائم: <File>، <Edit>، <Margins>، <World>، <Select>، <Pen>، <Font>، <Help>. تَنسدِل كُلُّ قائمة بخيارات تُتيحُ قراءة ملفات الصور والبيانات، وحفظها ونسخها، وطباعتها ومحوها، والتعليق عليها، وإدراج نص فيها، والاستعلام بشأنها، ونقلها من برات إلى معالج نصوص أو تطبيق آخر، أو طلب مساعدة بشأن قائمة ما أو أَحد خِياراتها.

إنشاء ملف صورة برات:

افتح نافذة الصورة [1]، قم بتكبيرها، وانقر في منطقة منها (الزاوية اليسرى العليا مثلا)، وارسم الشكل الجديد للمستطيل الوردي داخل النافذة، بالضغط على زر الفأرة الأيسر. اختر ملف التسجيل المعطى على الجانب الأيسر من



شكل 11: إنشاء ملف صورة

(1) وإذا كنت قد أغلقتها خطأ، فأعد تشغيل برات.

نافذة الكائنات، وانقر على زر <Draw>، واختر الإعدادات المناسبة. يُمكِنك التصرُّف في الصورة (شكل11) كما شئت من خلال الأوامر في القوائم الأفقية.

حفظ ملفات الصور: يمكنك حفظ ملف صورة في برات بأخذ لقطة شاشة لها، كما يمكنك النقر على <File> لحفظه [1] بأحد ثلاثة تنسيقات (شكل12) تُعرَض عليك:

1/ حفظه باعتباره ملف prapic [2] <Save as praat picture file> مع تحديد دقة الصورة (600-dpi / 300-dpi).

2/ حفظه باعتباره ملف EPS [3] <Save as EPS file>. هذا الملف يُمكن تصديره إلى (Word) بالنقر على <insert Picture>، ثم اختيار

---

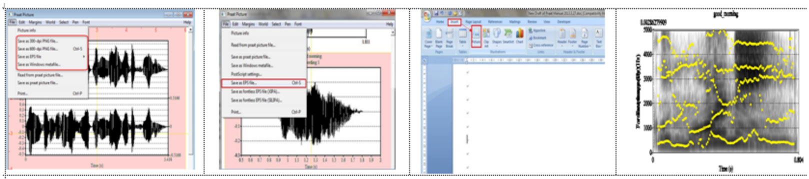
(1) ليس في برات خيار للحفظ الآلي، لذا يتوجَّب الحفظ اليدوي لما تمَّ تحديده، فتأكَّد من تحديد ما تريد قبل حفظ الصورة، ومن عدد الأشكال المراد استخدامها قبل حفظ الرسم البياني.

(2) هو تنسيق الملف الحصري على برنامج برات، ولا يمكن لبرنامج آخر فتحه أو تحريره. تحفظ محتويات الملف صورة واحدة، ويمكن إعادة فتحه من <Read from praat picture file>.

(3) ملف (Encapsulated PostScript/*.eps) أحد أشهر وأهم أنواع امتدادات تصدير الملفات لتبادلها بين البرامج المختلفة، وهو كسابقه ينظر فقط إلى المنطقة المحددة في الصورة المحفوظة، لذا تأكد من اختيار ما تريد قبل الحفظ بصيغة (EPS)، ليُمكِن تحويله إلى صيغة (.emf) أو غيرها من التنسيقات.

ملف (*.eps) في خانة <Files of type.> بالجزء العلوي من القائمة المنسدلة، ثم الانتقال إلى المجلد الذي يحوي ملف EPS، والنقر نَقرا مُزدوِجا على اسمه لاستيراده. وهكذا ستُدرج الصورة من برات إلى (Word).

3/ حفظه باعتباره ملف emf [1] <Save as Windows metafile>.



شكل 12 : حفظ الملف الصوتي بصيغة (EPS) وتصديره إلى وورد

إدراج هوامش (Margins): لإضافة نصوص وعلامات إلى ملف الصورة؛ يتعيَّن أوّلا اختيار موضع العلامات (أسفل/ أعلى/ يمين/ يسار)، فمثلا عند النقر على <Marks left every>، تظهر نافذة بها العنصر <Units> يحدِّد الوحدة الأساسية للحجم المعين [2]، والعنصر <Distance> يحدِّد مجال حدوث شيء ما (أرقام، خطوط، ...) [3]، والعنصر <Write numbers>

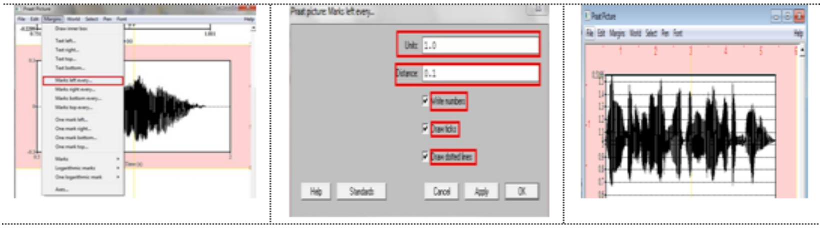
---

(1) وهو تنسيق ملف ويندوز قياسي، يمكن استخدامه وفتحه في برامج غير ويندوز، كمحرر الصور وفوتوشوب ومعالجات النصوص. وعند النقر المزدوج على الملف، سيفتح في برنامج عرض الصور الافتراضي الخاص بك.

(2) في مثالنا: 1,0.

(3) المسافات والوحدات تَعملان معًا، كأن تكون المسافة جزءًا أو مضاعفا للوحدات (في مثالنا: 0,1).

يُمكِّنك من كتابة العدد المناسب في مواقع محدَّدة بالوحدات والمسافات، والعنصر <Draw ticks> يحدِّد أماكن علامات التجزئة في المواقع المحددة، والعنصر <Draw dotted lines> لرسم خط متقطع في الرسم البياني لكل موقع محدد (شكل 13).



شكل 13: تهيئة مواقع كتابة الهوامش

إدراج علامة (Mark): لتعليم ملف صورة في الجزء العلوي منه [1]، ننقر على الأمر <Text top> في قائمة الهوامش، ستطفو نافذة على السطح. ضع علامة في خانة (Far) إذا أردت النص أقصى حافة منطقة الرسم، أما إذا أردت وضع السطر التالي فقط داخلا، فأغفل (Far)، كما في (شكل 14).

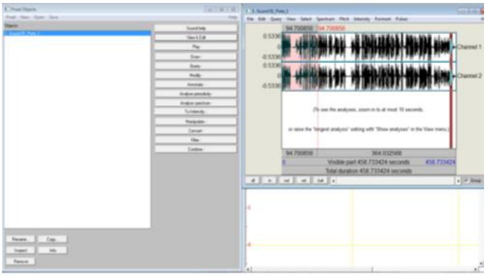
شكل 14: مراحل إنجاز عنوان

(1) سطران فقط يمكن كتابتهما؛ أحدهما على حافة المنطقة المحددة، والآخر داخلها مُباشرةً.

طرق الحصول على الصوت

الحصول على ملف صوتي يكون بإحدى ثلاث طرق؛ بإمَّا قراءته من القرص الصلب أو أي مصدر تخزين آخر، وإمَّا بتسجيله، وإمَّا بتخليقه انطلاقا من معادلات.

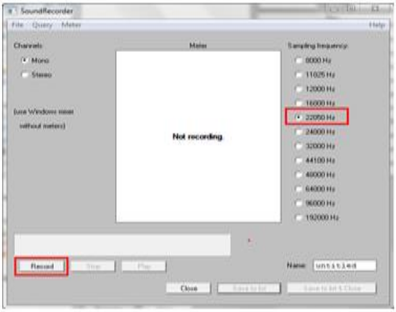
أولا- قراءة الملفات الصوتية: يقرأ برات أيَّ رمز في اسم الملف كالرمز "_" إذا لم يكن هذا الرمز رقما أو حرفا لاتينيا. لقراءة ملف صوتي ننقله من مصدر تخزينه إلى ذاكرة عمل التطبيق، لتظهر في نافذة الكائنات، وذلك بتحديد <Open> من قائمة الأدوات أعلى نافذة الكائنات، والنقر على <Read from file>، لتظهر نافذة حوار لاختيار الملف (شكل15). سيظهر الملف المفتوح (Sound xxx) حيث (xxx) تُمثِّل اسمه، بتحديده والنقر على <Edit> يبدو شكل الموجة الصوتية، وبالفأرة يمكنك تحديد أجزاء منها أو إضافة نقطة إليها.



شكل15 : قراءة ملف صوتي

ثانيا- التسجيل من اللاقط إلى برات: لتسجيل ملف في برات؛ اختر <New> في قائمة الأدوات، ومن ثَمَّ <Record mono Sound>[1]، ستظهر نافذة (SoundRecorder) على شاشة حاسوبك. اختر جهاز الإدخال المناسب (لاقط عالي الجودة أو قرص مضغوط)، ثم عين المعدَّل الأكفأ لأخذ العينات، وهو 22050 Hz من (Sampling frequency) يَمينَ النافذة.

شكل 16: فتح نافذة مسجل الصوت

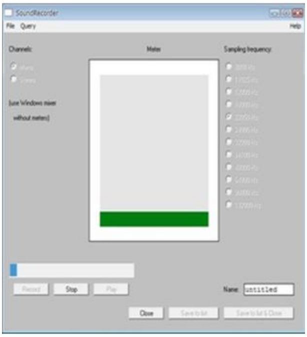


شكل 17: اختيار الإعداد النموذجي

إعدادات التكميم (quantization) مضبوطة آليا على 16 Bit، فإن كانت لك إعدادات خاصة بنوع بطاقة الصوت لديك ونظام التشغيل في جهازك، فقم بتغييرها. إذا كنت تسجل من اللاقط (الميكروفون)، فخُذ نفَسًا عَميقًا، وانقر على زر <Record> لبدء عملية التسجيل (شكل 16-17).

---

(1) إذا لم يكن ثمة حاجة إلى صوت (stereo)، فخيار (mono) هو الأفضل لتقليص حجم الملف الصوتي الناتج.



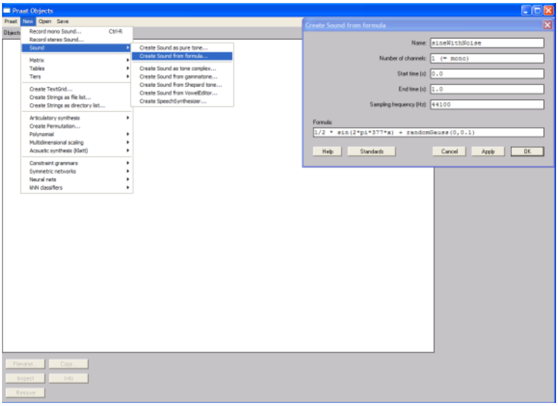
يَظهر وسط النافذة مقياس شدة الصوت <Meter>، ينبغي ملاحظة البقاء خارج المنطقة الحمراء، انقر زر <Record> ليبدأ التسجيل، يُظهر المقياس مستوى المدخَلات بقضبان خضراء، انقر زر <Stop> ليتوقَّف التسجيل، ثم على <play> لتستمع إلى ما سجَّلته، قم بتسمية مَلفِّك في الفراغ بعد (Name)، وانقر على زر <Save to list & Close> لتضع تسجيلك في نافذة الكائنات.

لحفظ ملفات الصوت؛ حدِّد الكائن من قائمة الكائنات، ثم اختر قائمة <Save> لانتقاء التنسيق الذي تريد حفظ ملفك به، بعدها تظهر نافذة حوار لتحديد اسمه ومكان حِفظه [1] يمكنك الاستماع إليه بنقر زر <Play>، إذا لم يُرضِك، يمكنك إعادة تسجيله، لكن إذا ضغطت على زر <Record> مرة أخرى، فإنك ستفقد التسجيل السابق إذا لم تقم بحفظه. بإمكانك الآن غلق نافذة تسجيل الصوت.

---

(1) يُفضَّل استخدام اسم رمزي يدل على محتوى الملف الصوتي ليسهل استرجاعه فيما بعد.

ثالثا- تخليق الصوت آليا: إذا لم يكن عندك لاقط صوت أو ملف صوتي على حاسوبك، ولا منفذ إلى الشابكة، عندها يُمكِنُك تخليق ملفاتك الصوتية من <Sound> في قائمة <New> بطرق مختلفة (من مجموعة قيم لموجات جَيبية متساوية، ...).



شكل 18: تخليق الصوت من معادلات حسابية

الملف الصوتي : خصائصه،مواصفاته، تقطيعه

الصوت موجة ميكانيكية؛ فهو اضطراب ينتقل خلال وسط ما (غاز، سائل، صلب) ناقلا معه الطاقة، في صورة تفاوُتاتٍ في ضغط الوسط الناقل من نقطة إلى أخرى. وكلما كانت المسافة بين جزيئات الوسط أصغر، كلما كانت انتقال الصوت أسرع [1]. وهكذا فإن انتقال الصوت في الأجسام الصلبة أسرع منه في السائلة، وهو في هذه أسرع منه في الأجسام الغازية.

وعند اهتزاز جسم ما (المصدر) في وسط ما، تتناقل جزيئاته تلك الاهتزازات؛ فمتى تقاربت مناطق الجزيئات، ارتفع الضغط، وينخفض إذا تباعدت. فإذا وصلت الاهتزازات إلى الأذن، اهتزت لها طبلتها، وانتقلت الإشارة إلى الدماغ ليحللها في شكل صوت.

الخصائص الفيزيائية للصوت:

يُعبَّر عن الموجات الصوتية بمنحنيات تسهيلا للتعامل معها [2]، تمثل فيها النقاط المرتفعة الضغط المرتفع في الوسط الناقل، والنقاط المنخفضة

---

(1) هذا من حيث المبدأ، وإلا فإن ثمة خصائص أخرى للوسط تؤثر على سرعة نقل الصوت فيه؛ منها: درجة حرارة الوسط الناقل، وكثافته، ومرونته وغيرها.

(2) مع أن الصوت موجة ضغط تنتقل في وسط ثلاثي الأبعاد إلا أن المنحنيات ثنائية الأبعاد تعين على دراسة الصوت وتحليله والتعبير عنه بشكل جيد.

الضغط المنخفض. وبما أن خصائص الصوت تتحدد من خصائص موجته، فلابد من الوقوف عليها ليتأتَّى درسه وتحليله:

1/ **طول الموجة (Wavelength)**: هي المسافة بين أية نقطة من الموجة ونظيرتها في الطور الذي يليها.

2/ **سعة الموجة (Amplitude)**: هي شدة إشارة الموجة الصوتية، ويُستدل عليها في المنحنى الموجي بارتفاع الموجة، فكلما علت، كلما كان الصوت أعلى.

3/ **التردد أو التواتر (Frequency)**: هو عدد الموجات التي تتجاوز نقطة معينة خلال فترة زمنية محددة، وحدتها القياسية Hz (موجة في الثانية). ويتعلَّق التردد بسرعة اهتزاز مصدر الصوت، فعند زيادته يزداد تردد الصوت الصادر عنه. وكلما زاد تردد الصوت، كلما كان الصوت أحدَّ، وكلما نقص التردد كان الصوت أثخن.

وفيما يتصل بالصوت اللغوي؛ فإنه يجري التركيز على أمور، أهمها: المدة، والتردد، والسعة، والبواني الصوتية.

1/ **المدة (S)**: تَعكس الحجم الزمني الذي يشغله صوت معين حين نُطقِه.

2/ **التردد (Hz/ دورة في الثانية)**: للصوت اللغوي نوعان من الترددات؛ تردُّد البواني الصوتية الذي يتعلَّق بتكوين الجهاز الصوتي، والتردد الأساس

(F0) المتعلِّق بالنبضات الفردية الناتجة عن اهتزازات الوترين الصوتيين خلال وحدة زمنية، ومعدل هذا الاهتزاز أثناء التصويت يعكس: النبرة (pitch)، هذا المعدل الذي يختلف باختلاف جنس المتكلِّم وعمره، لأنه يرتبط بطول الوترين وسُمكهما وتوتُّرهما.

3/ **السعة (db)**: يتم تعليمها بقتامة الأشرطة؛ فكلَّما زادت شدة طاقة الصوت المعطى في وقت وتردد معيَّنَين، كلما زادت قتامته.

4/ **البانية الصوتية (النطاق الرنيني)**: هي تركيز الطاقة الأكوستيكية حول تردُّد مُعيَّن في موجة الكلام. ثمة أنواع عدة من البواني، كل بانية تتوافق مع رنين في الجهاز الصوتي، وهي تحدث على فترات HZ1000 تقريبا، ويتم ترقيمها على التوالي صُعودا من أدنى تردُّد.

البواني الصوتية بالغة الأهمية في التعرُّف على المصوِّتات، فباعتماد البَانِيَتين F1 وF2، يُمكِن وصف جميع المصوِّتات. فعلى سبيل المثال، في الصورة الطيفية الممثِّلة لصائتين من صوائت الإنجليزية: (/ɪ/) من *'hit'*، وفي (/ɒ/) من *'hot'*؛ نجد أن F2 أعلى (بالقرب من F3) في المصوت الأول (/ɪ/)، لكن أقل (بالقرب من F1) في المصوت الثاني (/ɒ/).

وفي العربية تتشابه المصوِّتات فيما عدا تردُّد البواني الصوتية، وخاصة البانيتَين F1 وF2، فإذا تغيَّر تردُّد هاتين البانيتين، تغيَّر المصوِّت الذي نسمعه. فالبانية F1 مُهِمَّة للتفريق بين المصوِّتين العلويَّين: /ـِ/، /ـُ/ من جهة

والمصوِّت السفلي /ـَ/ من جهة أخرى. والبانية F2 مُهِمَّة للتفريق بين المصوِّتين العلويَّين: /ـِ/ ، /ـُ/ .

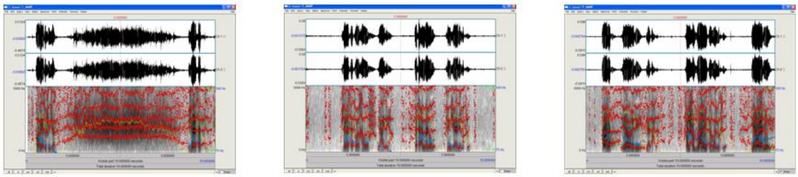
تقطيع ملف صوتي: يُنصَح بأن يكون الملف بصيغة (WAV)، وتردد Hz8000 (للتدوين)، و Hz22050 (للتحليل)، وحجم Bits8 (للتدوين)، و Bits16 (للتحليل)، وذا منفذ أحادي (mono)، وبصيغة (PCM)؛ أي: غير مضغوط. ولاعتبارت تقنية خاصة في برات والبرامج الأخرى المماثلة، تُقطَّع الملفات الصوتية إلى قطع تُساوي تحديدا 10 دقائق (600 ثانية)، وإذا كان المراد كتابة ملفات مرئية، فيجب تقطيعها إلى ملفات مدتها 10 دقائق، ثم استخراج الصوت منها.

اختر <Open long sound> من قائمة <Open> في نافذة الكائنات، افتح الملف المراد تقطيعه «الملف_س» مثلا، وانقر عليه ليظهر بالأزرق. انقر على قائمة <View> من القائمة الدينامية، تفتح نافذة تحرير الصوت، انقر على قائمة <Selct>، واختر <Selct...>. في صندوق الحوار، أدرِج القيمة: 0.0ثانية في بداية التحديد (Begin of selection)، والقيمة: 600.0ثانية نهايةَ التحديد (End of selection)، يؤطَّر هذا التحديد في النافذة بإطار وردي. انقر على <Extract selection sound> في قائمة <File> من نافذة تحرير الصوت، ليظهر في نافذة الكائنات ملف باسم (Sound untitled). حدِّد الملف الجديد، وانقر على <Save as WAV file> من قائمة <Save>، سيظهر

صندوق حوار، في الحقل (File name) منه، اكتب اسم الملف الجديد «القطعة 01» مثلا، وقُم بحِفظه (شكل18).

شكل18: مراحل تقطيع ملف صوتي

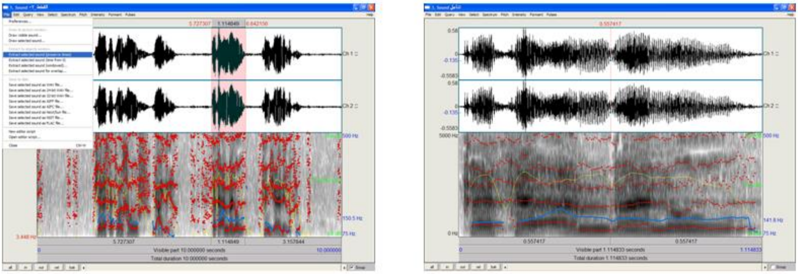
نعود إلى «الملف_س»، أدرج القيمة 600.0ثانية في بداية التحديد، والقيمة 1200.0ثانية في نهاية التحديد. نكرِّر الخطوات السابقة لنحصل على الملف «القطعة 02» ونحفظه. بالخطوات نفسها المذكورة سَالِفًا يتم تقطيع الملف إلى أجزاء مدة كُلّ واحدٍ منها 10 دقائق (شكل19).



شكل 19: القطع الصوتية الناتجة

استخراج جزء من الصوت: عادة ما يكون الجزء المستخرج من ملف صوتي كلمة واحدة أو مصوتا، لعزله إلى كائن مختلف وتحليله مُفردًا، لابد من تحديده أوَّلا بالمؤشر، ثم النقر على الأمر <Extract Selected Sound> من

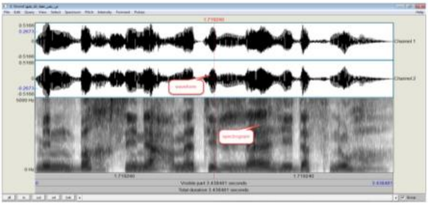
القائمة <File>، عندها ينشأ في نافذة الكائنات ملف صوت جديد يحوي فقط الجزء المحدَّد من الصوت الأصلي (شكل20).



شكل 20 : استخراج قطعة صوتية / كلمة (تتأمل)

النوافذ الفرعية للتطبيق

أولا/ نوافذ التحرير (Editor windows): فيها تُدرَس الخواص الأكوستية للملفات الصوتية المحمَّلة إلى قائمة الكائنات [1]، وتُعايَن أشكالها الموجية (Waveform) ورسوماتها الطيفية (Spectrogram). فنافذة محرر الصوت مثلا؛ بفتحها تظهر نافذة باسم (Sound xxx) حيث



شكل21: نافذة المحرر

(xxx) هو اسم الملف المراد تحليله، يُعرَض التمثيل الموجي [2] للصوت أعلى النافذة، وصورته الطيفية أسفلها (شكل21). كما يظهر إجمالي مدة التسجيلات في الأسفل، ومدة الجزء المحدد تحت الطيف. لتشغيل الجزء المحدَّد من الصوت [3]، والظاهر بلون زهري، اضغط على المستطيل تحته، وبالمؤشِّر يُمكِن القيام بالتحديدات والقياسات.

---

(1) بعد أن يتم تحديدها، والنقر على <View & Edit> من القائمة الرئيسة.

(2) يُمكنك من رؤية شكل الموجة، ورسمها في نافذة الصورة. وعادة يعرض التمثيل الموجي والصورة الطيفية تلقائيا إذا حددت ملفا واحدا، ونقرت على <View & Edit>.

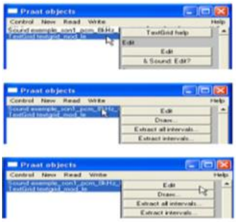
(3) خط رأسي (cursor) يظهر بالضغط بالفأرة على أي جزء من التمثيل الموجي، بمواصلة الضغط وسحب الفأرة، تحصل على تحديد (selection).

* وتشتمل نافذة محرر الصوت على قوائم أفقية، وأزرار خمسة.

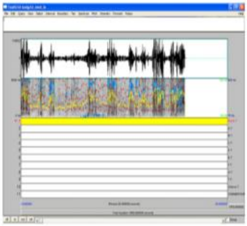
أ/ القوائم الأفقية: موقعها أعلى نافذة الكائنات؛ وهي تشمل كُلا من <File>، <Edit>، <Query>، <View>، <Select>، <Spectrum>، <Pitch>، <Intensity>، <Formant>، <Pulses>، <Help>. كل واحدة من هذه القوائم تنسدل بخيارات متعددة.

ب/ الأزرار الخمسة: تقع أسفل النافذة، في الزاوية اليسرى منها؛ هي: **<all>**، **<in>**، **<out>**، **<sel>**، **<bak>** لتكبير الجزء المحدَّد.

ثانيا/ نافذة الشبكة النصية (TextGrid): من المفيد تضمين ملف صوتي معلومات أخرى مُسانِدة في عملية التحليل، لذا نستخدم محرر الكتابة في برات المسمى الشبكة النصية (TextGrid)، وهي ملفات نصية تسمح بربط ملف صوتي بملف كتابة برات. هذا الملف المشترك يحمل الامتداد (TextGrid.)، الفونيمات والكلمات التي تتم تسميتها في (TextGrid)، تظهر على برات مُصطَفًّا معها ملفاتها الصوتية. ويُمكِنك فتح الملف الصوتي والشبكة النصية باختيارهما مَعًا، لأنهما يَشترِكان في الاسم نفسه، والنقر على <View & Edit> يَمين النافذة لإبراز الملف المشترك (شكل 22،23).

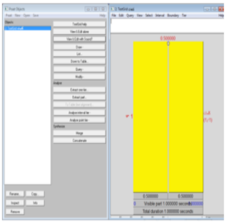


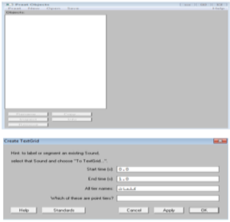
شكل 22: فتح الملف المشترك



شكل 23: نافذة التحرير للملف المشترك

لإنشاء شبكة نصية؛ اضغط على القائمة <New> وانقر على الأمر <Creat TextGrid...>، ليظهر مربع حوار (شكل24)، هذا المربع يحوي توقيت البدء (Start time)، وتوقيت الانتهاء (End time)، وأسماء الطبقات (All tier names) التي تنوي كتابتها [1]، أرفِق بياضا بكل اسم، وامحُ المحتوى المقترح من قبل التطبيق في الحقل <Point tiers> [2] والذي يُشير إلى قائمة أسماء الطبقات التي ما عداها يكون من قَبيل (interval tiers)، ثم انقر على <OK>. وهكذا سينشأ مدخل للشبكة النصية في قائمة الكائنات [3] (شكل24، 25).


شكل 25 : فتح ملف الشبكة النصية


شكل 24 : إنشاء ملف الشبكة النصية

---

(1) تأكد من محو الأسماء الافتراضية (Mary John bell)، وأثبت الأسماء التي تريد ظهورها. فمثلا إذا أردت تقطيع الصوت إلى كلمات أو فونيمات، يمكنك إنشاء صفين (*tiers*) سم الأول (كلمات) والثاني (فونيمات)، كلا الصفين (*interval tiers*)، صنف (label) الفواصل بين حدود الكلمة والفونيم، لا الحدود نفسها، عين "فونيمات كلمات" لـ(*Tier names*).

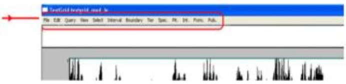
(2) ثمة طبقات فاصلة افتراضيا؛ إذا كان لديك (Point tier) فقم بتعيينها، وإن لم يكن لديك، فلك أن تُعيِّن واحدة على أنها نقطة، ولك ترك موضعها فارغًا، وهذا هو الشائع.

(3) في حال امتلاء شبكتك النصية هذه، افتح شبكة نصية جديدة.

أثناء تحليل شبكة نصية، يُمكِنُك إضافة أو حذف أو تغيير وضعية أو إعادة تسمية الطبقة <Tier>، انطلاقا من قائمة <Tier> من نافذة الشبكة النصية؛ وذلك بالنقر على <Tier> المراد تعديله، ليظهر بلون أصفر، ثم ننقر على القائمة <Tier>، واختيار ما نريد.

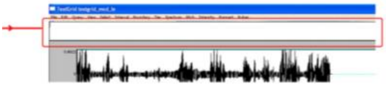
مكونات الشبكة النصية: تتألف هذه النافذة من قوائم علوية، ومنطقة إظهار النص، ومنطقة إظهار المستويات، ومنطقة القراءة، وشريط الإبحار.

1- **القوائم العلوية:** تحوي مجموعة خيارات [1] كُلٌّ من هذه الخيارات يحوي قائمة منسدلة (شكل26)، نتعرَّف على عناصرها لاحِقًا.



شكل 26: القوائم العلوية في نافذة الشبكة النصية

2- **منطقة إظهار النص:** تقع أسفل القوائم مباشرة، وتَسمح بإحداث تعديلات على الكتابات في القطعة المحددة داخل منطقة (Tier)، وفيها يظهر النص الموجود في مجال الكتابة المحدد في (Tier). يُظهِر الجزء الجديد الطبقة أو الطبقات للتعليق عليها، إذا



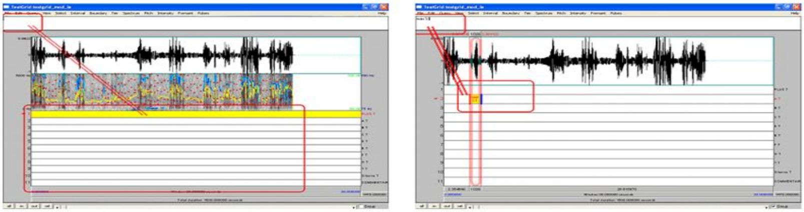
شكل 27: منطقة إظهار النص في نافذة الشبكة النصية

---

(1) هي: <File>، <Edit>، <Query>، <View>، <Select>، <Search>، <Interval>، <Boundary>، <Tier>.

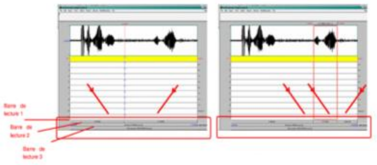
أُظهِرت طبقات عدة، يَدٌ حمراء على اليسار تبيِّن أيها تَمَّ تحديده (شكل27). يُمكِنك التكبير وتحديد الصوت كما في نافذة المحرر، ولكن ليس تحريره (قص/ نسخ/ لصق).

3- **منطقة إظهار الطبقات (Tiers)**: تقع في الشبكة النصية الجاري تحليلها، بها خطوط متعددة للتدوين (شكل28).



شكل 28: منطقة إظهار الطبقات في نافذة الشبكة النصية

4- **منطقة القراءة**: تَبعًا لموضع المؤشر في منطقة صورة الطيف، نجد تحت منطقة (Tier) أشرطة رمادية تسمح بسماع الأجزاء المختلفة من الملف الصوتي، وهذه الأشرطة ثلاثة (شكل29):



شكل 29: أشرطة القراءة في نافذة الشبكة النصية

- **الشريط الأول**: يُقسَّم إلى قطعتين أو ثلاث تَبعًا لعدد القِطع الصوتية المحدَّدة، مدة كل قطعة تظهر بالأرقام السوداء على الشريط.

- **الشريط الثاني**: يُوضِّح الجزء الظاهر من الطيفية ممتدا على طول منطقة (Tier)، ويُشار إلى مدتها بعبارة «Visible χ seconds».

– **الشريط الأخير**: يمتد على طول منطقة (Tier) وما وراءها مُستنِدًا إلى مجموع الملف الصوتي المفتوح في نافذة الشبكة النصية، ومدة هذه القطعة يشار إليها بعبارة «Total duration χ seconds».

بالنقر بمؤشر الفأرة على التمثيل الموجي لقطعة صوتية، أو على الصورة الطيفية، ثم إزاحة المؤشر بعدها في الاتجاه المراد، ستظهر القطعة عندها بخط وردي، ومعها ثلاثة أشرطة قراءة. قِطَع الإشارة الصوتية المؤشَّر عليها على مستوى أشرطة القراءة، يمكن سماعها بالنقر على الجزء شريط القراءة المراد. أما عند فتح نافذة الشبكة النصية أو حينما لا تحدَّد أية نقطة أو قطعة من الصوت في منطقة الصورة الطيفية، شريطان للقراءة فقط يظهران.

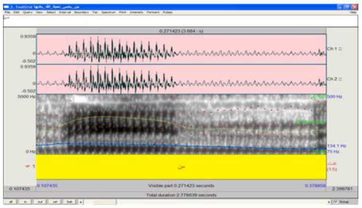
5– **شريط الإبحار**: أسفل نافذة الشبكة النصية، نجد شريطا رماديا يسمح بالإبحار في الملف الصوتي، وتكبير أو تصغير حجم القطعة الظاهرة في الصورة الطيفية أو إظهار قطعة من المحدد. يتألف شريط الإبحار من أزرار ومؤشرين وخانة واحدة: <all>، <in>، <out>، <sel>، <bak>، <◄>، <►>، <Group> (شكل 30).

شكل 30: شريط الإبحار في نافذة الشبكة النصية

<all>: زر يُظهر مجموع المساحة الكتابية على الشبكة النصية، والوظيفة نفسها موجودة في الأمر <Show all> المنسدل من القائمة <View> في نافذة الشبكة النصية، وكذا في المفتاحين <Ctrl> + <a>.

<**in**>: زر يُقلِّص محتوى النافذة إلى 50٪، والوظيفة نفسها موجودة في الأمر <Zoom in> المسدل من القائمة <View> في نافذة الشبكة النصية، وكذا في المفتاحين <Ctrl> + <i>.

<**out**>: زر يُكبِّر محتوى النافذة بـ50٪، والوظيفة نفسها موجودة في الأمر <Zoom out> المسدل من القائمة <View> في نافذة الشبكة النصية، وفي المفتاحين <Ctrl> + <o>.


شكل 31: إظهار محتوى القطعة الصوتية في طبقة معينة

<**sel**>: هذا الزر يُظهِر محتوى قطعة صوتية في طبقة معينة، وهو مثيل الأمر <Zoom to selection> المسدل من قائمة <View>، وفي المفتاحَين <Ctrl> + <N>. هذه القطعة تظهر دوما مؤطرة بالوردي (شكل 31)، وفي هذه الحالة الشبكة النصية ستحوي فقط القطعة المشار إليها.

<**bak**>: هذا الزر يسمح بالرجوع إلى الصورة الطيفية الكاملة.

<◄>: هذا الزر يسمح بالتراجع داخل المعطى، فهو ينقل منطقة (Show intensity) على الشريط الصوتي إلى اليسار. والوظيفة نفسها ممكنة من خلال الفأرة ولوحة المفاتيح.

<►>: يسمح بالتقدم داخل المعطى ناقلا منطقة (Show intensity) على الشريط الصوتي إلى اليمين. وذلك متاح أيضا بالفأرة ولوحة المفاتيح.

<Group>: هذه الخانة تكون مُفعَّلة تِلقائيا، وهي تضمن في حال كان ثمة صوتان مفتوحان في نافذتي محرر الصوت، فإنهما يتقاسمان خصائص التكبير نفسها، وهذا مفيد عند مقارنة نسختين من ملف صوتي واحد، وبذلك يتم التعرف على التغيرات الأكوستيكية الحادثة.

حفظ الشبكات النصية : باختيار <Save Textgrid as Text File> من قائمة <File>، أو الضغط المتزامن على الزرين <Ctrl>و<S> لطلب تسجيل الملف، اختر المسار والمجلد الذي تريد حفظ ملفك فيه، ثم اكتب اسمه أو انقر عليه إذا كنت تريد تحيينه. برات يُرفق آليا الامتداد (TextGrid.)، لذا اترك الخانة «Type» فارغة، وانقر على <Save>. يمكنك حفظ ملف الشبكة النصية أيضا من نافذة الكائنات بالنقر على <Save>، واختيار صيغة من الأربع المعروضة لتسجيل الملف، ثم اتباع الخطوات السابقة.

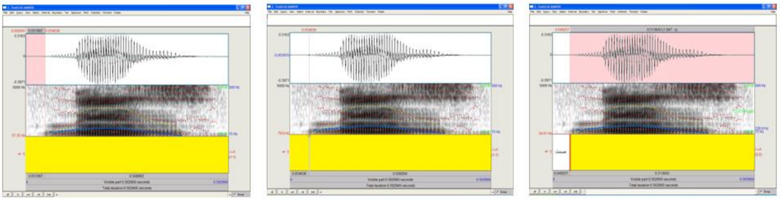
التعليق على ملف صوتي في الشبكة النصية: من أمر (Annotation) يَمينَ التطبيق، واختيار (To TextGrid) يتم بتحديده، ستظهر نافذة حوار لتحديد نوع [1] واسم نطاق التعليق المراد [2]. سيُنشِئ التطبيق كائنا جديدا باسم

---

(1) مع ملاحظة أن ثمة ترميزان؛ أحدهما: لنطاق زمني (Interval tier)، والآخر: ترميز لنقطة زمنية (Point tier).

(2) ستكون أسماء الترميز كلها في الخانة الأولى، ومن ثَمَّ نختار ما يكون منها مميَّزًا لنقاط زمنية معينة (Point tiers) في الخانة الأخرى، إذا أُغفِلت هذه، فلن تحصل على الترميز النقطي.

(TextGrid xxx) حيث (xxx) هو نفسه اسم الملف الصوتي الذي سبق اختياره، ويحمل الكائن الجديد الخواص الزمنيَّة نفسَها المتعلِّقة بذاك الملف الصوتي. لإتمام عمليَّة التعليق؛ اختر الملف الصوتي وملف التعليق معًا، واختر <View & Edit> من القائمة التي ستظهر يَمين النافذة، ثم حدِّد المناطق المرادِ دراستها في (TextGrid xxx)، وانقر على الدائرة الزرقاء في نطاق التعليق وقم بكتابته في المستطيل الأبيض أسفلَ القوائم العلوية (شكل 32)[1].



شكل 32: إدراج تعليق في طبقة إلى الشبكة النصية

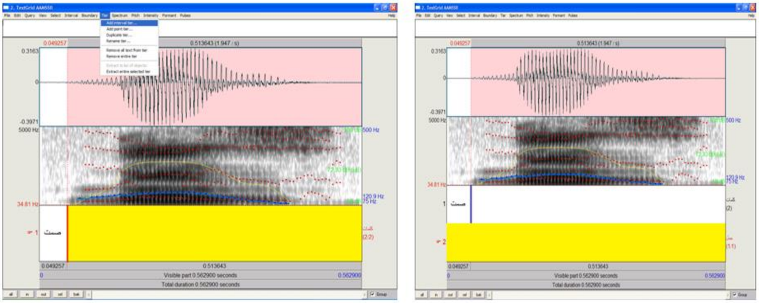
يُمكِنُك إنشاء عدة طبقات[2]، ومن خلال <Ctrl + F1> أو من قائمة <Tier> الأمر <Add on tier 1> تُضيف حدودا إلى الطبقة الأولى (أعلى)،

---

(1) بالإمكان استخدام كل الحروف والأرقام اللاتينية مع ملاحظة أن للبرنامج اختصارات خاصة لكتابة الألفبائية الصوتية الدولية بعد كتابة "\". يمكن استخدام ملف مساعد يحوي الرموز والترميزات المتكرر استخدامها، بإدخالها في ملف الترميز بمجرد النقر عليها.

(2) فمَثلا؛ لتقطيع ملف صوتي مُكوَّنٍ من عدة كلمات؛ قد تحتاج إلى طبقة للفونيمات مكتوبة بالعربية، وثانية للفونيمات أيضا مكتوبة بالألفبائية الصوتية العالمية، وثالثة للكلمات مكتوبة بالعربية، وطبقة رابعة للكلمات أيضا مكتوبة بالألفبائية الصوتية العالمية.

ثم على <Ctrl + F2> أو <Add on tier 2> لإضافة للطبقة الثانية، وهكذا إلى <Ctrl + F9> للجميع على كل المستويات. ثم تنقُر على الدائرة من كل طبقة تريد إضافة حدود إليها، لتصبح الحدود حمراء، لقد تحدَّدت، أما تلك التي لم تحدَّد فستظهر باللون الأزرق (شكل33).



شكل 33: إضافة طبقة إلى الشبكة النصية

لإضافة حد فاصل (boundary) أو أكثر في طبقة بعينها من (TextGrid xxx)، أشرِك معها ملفها الصوتي، وانقر على تمثيله الموجي (waveform). ستظهر دائرة صغيرة أعلى الشبكة النصية، انقر عليها أو على <Enter> ليُضاف في تلك النقطة حد إلى الطبقة [1]، وقم بإدراج التعليق المتصل به، ستظهر العلامة على الحدود أو بعدها. لإعادة ترسيم الحدود، انقُر عليها واسحبها إلى الموقع المطلوب.

(1) عند تحديد حدود معينة، ستظهر حمراء؛ خلافا لذلك، ستظهر باللون الأزرق.

الاستماع إلى ملف صوتي في الشبكة النصية: يُمكِنك قراءة ملف صوتي من شريط القراءة، أو من لوحة المفاتيح.

1/ من شريط القراءة: بتحديد قطعة صوتية بالنقر على الطيفية وشد الفأرة في الاتجاه المقصود، أو تحديد نقطة معينة من الملف الصوتي بوضع الفأرة داخل منطقة الطيفية في الموضع المراد (يُشار إليه بخط أحمر)؛ عندها تظهر ثلاثة أشرطة قرائية [1] رمادية على نافذة الشبكة النصية تسمح بقراءة القطعة المناسبة من الملف الصوتي المفتوح في الشبكة النصية، بالنقر على الفأرة في أجزائه.

2/ من لوحة المفاتيح: بالمفتاح <tab> أو المفتاح <esc>.

أ/ المفتاح <tab>: يشتغل كالزر <play> في قارئات الوسائط المتعددة، بالضغط عليه، يقرأ برات مجموع القطعة، وفي حال وجود نقطة محددة، فإنها تظهر بالخط الأحمر، ويكون مبدأ القراءة منها ومُنتهاها آخر منطقة الطيفية. إذا كانت القطعة المحددة مؤطرة بالوردي، فإنها تقرأ وحدها. أما كان القارئ الصوتي يشتغل، فإن المفتاح <tab> يشتغل عندها كما لو أنه الزر <pause>، وبذا تتوقف القراءة، ولا يعود المؤشر إلى نقطة بدء القراءة.

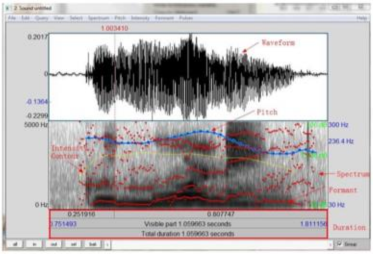
---

(1) في حالة عدم وجود أي نقطة أو قطعة صوتية سيكون منها فقط اثنان.

ب/ المفتاح <esc>: هو مُعادِلٌ للزر <stop> في قارئات الوسائط المتعددة، بالضغط على المفتاح <esc>، تتوقف القراءة ويعود المؤشر إلى موضعه قبل بدء القراءة. إذا لم يكن ثمة نقطة أو قطعة صوتية محددة، فالمؤشر يرجع تلقائيا إلى الهامش الأيسر لنافذة الشبكة النصية.

الصورة الطيفية

الصورة الطيفية (Spectrogram): هي تمثيل الطيف الزمني للصوت <Spectrum>؛ حيث يُبيِّن الشريط المظلم (Voice bar) فيها شدة الصوت، ويُفيد في الفصل بين بعض الفونيمات. بالنقر على جزء معين من الصورة الطيفية، يُظهر المؤشر الرأسي المدة، والمؤشر الأفقي التردد باللون الأحمر أعلى ويسار النافذة، كما يوضحه الخطان المتقاطعان (شكل 34) [1].



شكل 34: التمثيل الموجي والصورة الطيفية عليها عناصر الملف الصوتي

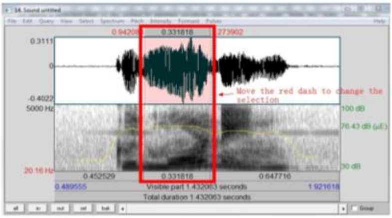
ويُمكِن عَرض الخصائص الصوتية للكلام على الصورة الطيفية؛ وتقديم معلومات مُفصَّلة عنها. فتظهر البواني الصوتية بأسطر منقوطة بالأحمر، ومنحنى الشدة بخطوط صفراء، ومنحنيات التنغيم (intonation contours) بخطوط زرقاء [2].

---

(1) هذه إحدى طرق العثور على ترددات بواني الصوائت، أو قمم الطيفية الرئيسية للأصوات الاحتكاكية.

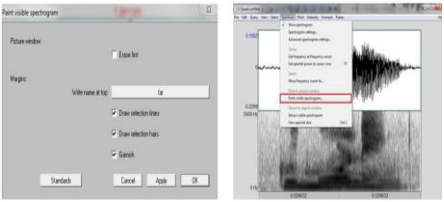
(2) هذه الخصائص محسوبةٌ في برات بخوارزمياته الخاصة؛ إذا لم تحتج هذه المعلومات أو أردت اقتصاد المساحة على الشاشة، انقر على قائمة <View>، واختر <Show analyses...>،

لمعاينة المدة في نافذة المعلومات، انقر على <Query> أو انقر على المفتاح F6، ولرؤية التردد من النافذة عينها، اختر <Get frequency> من قائمة <Spectrum> (شكل 35). وباختيار <Get spectral power> من قائمة <Spectrum> أو الضغط على مفتاح F7، تظهر نافذة كثافة الطاقة مُعبَّرًا عنها بـ(Pa^2/Hz).



شكل 35: مدة وتردد قطعة من الملف الصوتي

إنجاز صورة طيفية: افتح نافذة المحرِّر، حدِّد الحجم الفعلي للرسم البياني بتغيير التحديد في نافذة الصورة، ثم انقُر في منطقة من هذه النافذة (الزاوية العلوية اليسرى مثلا)، وارسم الشكل الجديد بإبقاء الزر الأيسر للفأرة مضغوطا.



شكل 36: إنجاز صورة طيفية

بالنقر على <Spectrum> من القائمة العلوية للمحرر، ثم على الأمر <Paint visible spectrogram>، ينبثق مربع حوار لتحديد موقع تسمية

وعطل الخانات التالية: <Show spectrogram>، <Show pitch>، <Show intensity>، <Show formants>، <Show pulses>؛ عندها ستختفي صورة الطيف والمعلومات معها.

الصورة الطيفية وبعض التفاصيل المتعلقة بها. انقر على <OK>، سَيرسم الطيف. بالأمر <Copy to clipboard> من القائمة <Edit>، يمكنك الآن طباعته أو حفظه إلى ملف EPS، أو نسخه إلى الحافظة نقله إلى الحافظة[1].

ضبط إعدادات الطيفية: من أمر <Spectrogram settings> في قائمة <Spectrum>، يمكنك تحديد الطريقة التي بها حُسبت وعُرضت الطيفية. هذه الإعدادات تملك قيما قياسية (المعيار هو Hz0 في الجزء السفلي وHz5000 في الأعلى)، والإعدادات الأكثر أهمية هنا هي: عرض النطاق <View range>، وطول النافذة <Window length>، والنطاق الديناميّ (Dynamic range)؛ هذه هي التي تظهر في <Spectrogram Settings>، ثمة تفاصيل أكثر في <Advanced Spectrogram Settings>.

شكل 37 : نافذة إعدادات الصورة الطيفية

---

(1) يمكنك تحديد منحنيات البانية باستخدام الخطوات نفسها، والبواني التي يتم رسمها حديثا تتداخل مع الطيف القديم، ويمكن تعديل لون الخطوط وسُمكها بالأمر <Pen>.

1/ **عرض النطاق الترددي** (View range): هذا العرض يُقرِّر القدر المبين من الطيف [1]؛ إذا كان التردد الأقصى أعلى من (Nyquist frequency)[2]، فإنَّ بعض القيم في الطيفية يكون صفرا، وستظهر القيم العليا للترددات بالأبيض، وهذه يمكنك رؤيتها إذا قمت بتسجيل الصوت في Hz44100، وتعيين عرض نطاق من Hz0 إلى Hz25000. وعند فتح الطيفية، ترى نطاق التردد إلى اليسار منها، التردد في الجزء السفلي من الطيفية عادة ما يكون Hz0، والقيمة المشتركة للتردد الأعلى هو Hz5000.

2/ **طول النافذة** (**Window length**): هو لتحديد عرض النطاق الترددي؛ أي: عرض الخط الأفقي في الصورة الطيفية لموجة جيبية نقية [3].

---

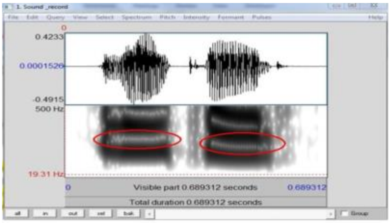
(1) فيما يتصل بالكلام، النطاق يكون عادة من 0 إلى 5000 أو Hz6000، لكن لدراسة الأصوات الاحتكاكية، قد نحتاج إلى تعيين يصل إلى Hz15000.

(2) هو أعلى تردد يمكن لعينة إشارية، تمثل صف طيفي متصل يبدأ من Hz0، تمثيله بوضوح، ويكون مُعادِلا لنصف تردد تلك العينة الإشارية. فإذا كانت تردد العينة 22050Hz، فإن أعلى تردد يمكن توقع حضوره في العينة هو Hz11025.

(3) فإذا كانت مدة نافذة التحليل 0,005 ثانية (المعيار/الإعداد الافتراضي في برات)، فإن برات يستخدم لكل إطار أجزاء من الصوت تقع بين 0,0025 ثانية قبل مركز هذا الإطار، و0,0025 ثانية بعده. ويكون الطول الأقصر للنافذة، والأعرض للنطاق الترددي.

- إذا كان طول النافذة حوالي 3-5 ميلي ثانية، وعرض النطاق الترددي: 200-300Hz، فإن الطيفية الناتجة تعرف بـ"النطاق العريض" (wideband). وهي تُستخدَم لمراقبة تركيبة البانية، كما يُمكن استخدامها لإلقاء نظرة على تركيبة التوافقيات (F0 / معلومات النبرة) (شكل 38).

- وإذا كان طول النافذة حوالي 20-30 ميلي ثانية، وعرض النطاق الترددي:30-50Hz، فإن الطيفية الناتجة تسمى "النطاق الضيق" (narrowband)، وهذه تكشف التوافقيات، فتزودنا بمعلومات عن النبرة؛ فبتعيين مجال رؤية للكلام في حدود 0-500Hz، فإن منحنيات التوافقيات (harmonics's contours) تمثل بدقة ملامح نبرة الصوت (F0) قبل استخدام برات لتعقب قياس النبرة بشكل أدق.



شكل 38: البواني التوافقية على الصورة الطيفية

تأثير طول النافذة على عرض النطاق الترددي: للتعرف على هذا التأثير؛ أنشئ موجة جيبية بطول 1000Hz بالأمر <Creat Sound from formula> من قائمة <Sound>. الصيغة هي: 1/2 * sin (2*pi*1000*x). ثم انقر على <View & Edit>، لتظهر الطيفية خطا أسود أفقيا. إذا زدت طول نافذة التحليل في إعدادات الطيفية، يصبح سمك الخط أرق.

إذا كانت النافذة مؤلفة من عدة فترات موجية (موجتان بتردد 1000 و1200Hz على التوالي)، ستكون المعلومات عن تواتر الموجة أدق. الصيغة هي: 1/4 * sin (2*pi*1000*x) + 1/4 * sin (2*pi*1200*x). في المحرر، سيظهر شريطٌ سميكٌ واحدٌ إذا كانت نافذة التحليل قصيرة (5 مللي ثانية)، وشريطان منفصلان إذا كان النافذة طويلة (30 مللي ثانية).

مع أن النوافذ الطويلة تعطي نتائج أفضل إلا أنها قلَّما تُستخدَم لأنَّ زمن إنجازها فقير، ولتوضيح ذلك أنشئ صوتا يتكون من موجتين جيبيتين ونقرتين قصيرتين (1000 و1200على التوالي)؛ الصيغة هي:

0.02*(sin(2*pi*1000*x)+sin(2*pi*1200*x)) + (col=10000)+(col=10200)

إذا استعرضت هذا الصوت، يُمكِنُك رُؤية أنَّ نقرتين ستتداخلان في الوقت المناسب إذا كانت نافذة التحليل طويلة، وأنَّ الموجات الجيبية ستتداخل أيضا في تردُّداتها إذا كانت النافذة قصيرة. وهكذا فلابد من اختيار أحد أمرين، إمَّا المدة وإمَّا التردُّد.

3/ **المدى الحركي (Dynamic range)**: هو الفرق في النقطة نفسها من سلسلة الكلام خلال فترة زمنية معينة، بين المستوى الأقصى والمستوى الأدنى لإشارة صوتية؛ يظهر المستويان المذكوران باللون الأبيض، أما القيم المحصورة بينهما فتظهر باللون الرمادي. وهكذا، فإذا كانت أعلى قمة في الطيفية يبلغ ارتفاعها 30dB/Hz، والمدى الحركي 50dB/Hz (والذي هو

القيمة القياسية)، فالقيم الأقل من dB/Hz20، تظهر بالأبيض، أما القيم المحصورة بين 20و dB/Hz30، فستظهر في تدرُّجات مختلفة من اللون الرمادي.

النطاق الزمني للطيفية (Spectrum): هو نفسه لتمثيل الموجة (Waveform)، لرؤية المحتوى الطيفي للصوت باعتبار الزمن، حدد الصوت أو كائن (LongSound)، ثم اختر <Edit>. تظهر نافذة المحرر على الشاشة، في نصف الجزء السفلي بأكمله منها، ترى صورة رمادية، إنها طيف الصوت.

تتفاعل الصورة الطيفية مع التكبير والتمرير؛ فعند اجتياز التمرير خطوات زمنية محددة (أي: 5٪ من مدة نافذة مرئية)، بدلا من عدد صحيح من بكسل الشاشة، فإن مراكز عناصر الصورة (pixels) ستقع في أجزاء مختلفة من الطيفية مع كل تمرير، من هنا جاءت التغييرات الواضحة. في نافذة أقصر من بضع ثوان، سيظهر تمرير الطيفية أكثر سلاسة. ستتغير ظلمة الطيفية أيضًا عند التمرير، لأن الجزء المرئي مع الطاقة الأكثر يُعرَف بالسواد. عندما يكون جزء من طاقة الإشارة خارج النظر، تصبح الطيفية قاتمة [1].

---

(1) الأجزاء القاتمة من الطيفية تعني كثافة طاقة أعلى، بينما تعني الأجزاء الأخف كثافة منخفضة. إذا كان للطيفية منطقة داكنة في حدود الزمن 1,2 ثانية، وتردد Hz4000، هذا يعني أن للصوت الكثير من الطاقة لتلك الترددات العالية في ذلك الوقت.

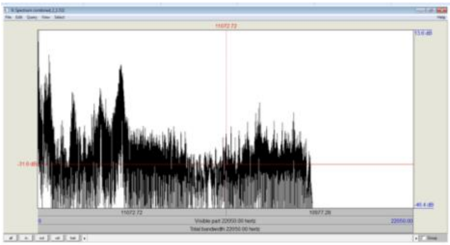
وجود الخطوط العمودية البيضاء على الحواف أمر طبيعي لأن التحليل الطيفي يتطلَّب نافذة تحليل لمدة معينة [1]، فإذا كنت لا ترى هذه الخطوط على الفور، فعند فتح الملف الصوتي، قم بتكبيرها في بداية أو نهايته، أما إذا كبرتها في منتصفه أو في أي مكان، لكن ليس بالقرب من الحواف، فعندها ستختفي الخطوط البيضاء، فجأة سترى فقط المجال الزمني بين 0.45 و1.35 ثانية، على سبيل المثال. لذا فإنه لعرض الطيفية في هذا المجال، سيستخدم برات معلومات عن شكل الموجة بين 0.445 و1.355 ثانية، وإذا كان هذا متوفرا، فعندها لن ترى أية خطوط بيضاء على حواف النافذة.

تغير الخطوط البيضاء عند الانتقال أمر طبيعي أيضًا، خاصة بالنسبة للنوافذ الطويلة؛ فإذا كانت نافذتك الزمنية هي 20 ثانية، ودقة شاشتك 1000 بكسل أفقيا، ستعتقد أن كل بكسل عمودي يجب أن يمثل طيف 20 ميلي ثانية من الصوت، لكن لأسباب تتعلق بحساب السرعة، يُظهِر برات فقط جزء الطيف الواقع حول مركز هذه 20 ميلي ثانية، وليس المتوسط أو

(1) على سبيل المثال، إذا أراد برات التعرف على الطيف في 1,342 ثانية، فإنه يحتاج إلى إدراج معلومات عن الإشارة في اللحظة 10 ميلي ثانية، مستخدِما المعلومات المتعلقة بالإشارة في جميع الأوقات بين 1,337 و1,347 ثانية، على حواف قريبة جدا من الصوت، هذه المعلومات غير متوفرة؛ وذلك إذا كان الصوت يدور بين 0 و1,8 ثانية، عندها لا يمكن حساب أي طيف بين 0 و0,005 ثانية أو بين 1,795 و1,800 ثانية؛ وبالتالي تظهر الخطوط بيضاء.

جميع الأطياف في تلك المدة الزمنية. هذه العينة الجزئية (undersampling) من الطيف الأساس تختلف عما يحدث في رسم شكل الموجة حيث يربط الخط العمودي الأسود السعة الدنيا بالسعة القصوى من جميع العينات الواقعة داخل بكسل الشاشة.

شريحة الطيف (Spectral slice): إذا نقرت في أي مكان من الموجة الصوتية، سيظهر مؤشر في تلك المدة، باختيار <View spectral slice> من قائمة (Spectrum)، تظهر نافذة شريحة الطيف (slice)، عندها يمكنك تفحص التردد حوالي موقع المؤشر. كذلك إذا سحبت الفأرة خلال الموجة، مدة تحديد



شكل39: نافذة شريحة الطيف بقيم المدة والتردد وكثافة الطاقة

(time selection)، ستظهر نافذة شريحة الطيف (slice)، عندها يمكنك تفحص التردد في المحدَّد (شكل39).

يَعمل برات تَبعًا للإعدادات الطيفية الخاصة بك؛ فإذا كان إعداد طول النافذة هو 0.005 ثانية (5 مللي ثانية) مثلا؛ فإن الجزء المستخرج من الصوت يمتد من 2.5 ميلي ثانية قبل المؤشر إلى 2.5 ميلي ثانية بعده، بعد ذلك يقوم برات بمضاعفة هذه القيمة (5 مللي ثانية)، ثم يحسب الطيف واضعًا إيَّاه في إطار الكائنات، ثم يفتحه في نافذة <Edit>.

إذا كانت النافذة غوصية (Gaussian)، يَنتزع برات جزءا من الصوت يَمتد من 5 ميلي ثانية قبل المؤشر إلى 5 مللي ثانية بعده. بعدها يتأسَّس الطيف على طول نافذة "مادي" من 10 ميلي ثانية، على الرغم من أن طولها "الفعلي" ما يزال 5 ميلي ثانية، لأن برات يستخدم العينة المحددة فقط، دون مُضاعَفة مدتها. سيتأسَّس الطيف الظاهر على منتصف مركز العينة المحدَّدة، والإشارة القريبة من الحواف سيتم تجاهلها إلى حد كبير.

تحليل مدة الصوت

قياس المدة (Duration): تستخدم المدة لمقارنة وقت صوت معين أو وقفة بغيرهما، أو لإظهار تفاوت الفونيمات في طول مدة الإغلاق.

لتَعرِف مدة ملف صوتي؛ حدِّده من نافذة الكائنات، وانقر على <Query> فعلى <Query Time Domain> ثم <Get Total Duration>.

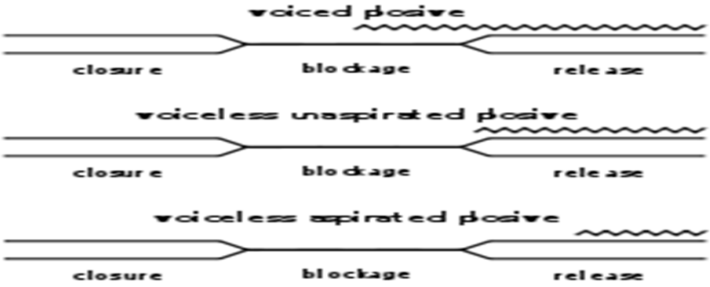
عند فتح الملف تظهر يمكن المدة الإجمالية في شريط المدة <Total duration> على طول الجزء السفلي من نافذة المحرر. ولتعرِف مدة جزء معيَّن؛ حدِّده بالمؤشر، وستظهر مدته أسفل طيفه مباشرة.

قياس توقيت بداية التصويت (Voice Onset Time/VOT): لقياس (VOT) [1]؛ جِد الطلقة التي تلي الوقفة، ثم جِد بداية التصويت، حَدِّد الفترة الزمنية بين هاتين النقطتين <two set points>، واقرأ المدة المحددة من الشريط السفلي.

---

(1) ويُعرَّف بأنه: المدة الزمنية المستغرقة بين الإفراج عن الصامت الانفجاري وظهور التصويت به، أو الفارق الزمني بين الانفجار والتصويت بالصامت الموالي. واللغات تستند في تصنيف وقفياتها إلى حد كبير على (VOT)، فهو وسيلة ممتازة لإثبات التمايز الفونولوجي بين المجهورات والمهموسات من الأصوات.

إذا كان بدء التصويت قبل طلقة التوقف (stop release)، فإن (VOT) سيكون سلبيا، وإلا فهو إيجابي. في الإنجليزية؛ (VOT) إيجابي في المهموسات الهائية الوقفية [tH]، وفي حدود الصفر في المهموسات غير الهائية، وفي المجهورات الوقفية الإنجليزية /d/ أو [t]، وهو الأكثر شيوعًا. وهو سلبي في الوقفيات التامة المجهورة، حيث يبدأ التصويت قبل أن يقع الانفجار، كما في معظم اللغات غير الإنجليزية. أما في غير الإنجليزية، فإن (VOT) عموما يكون سلبيا في المجهورات، أما في المهموسات؛ فهو إيجابي في الهائيات (aspirated)، وفي حدود الصفر في غير الهائيات (unaspirated).



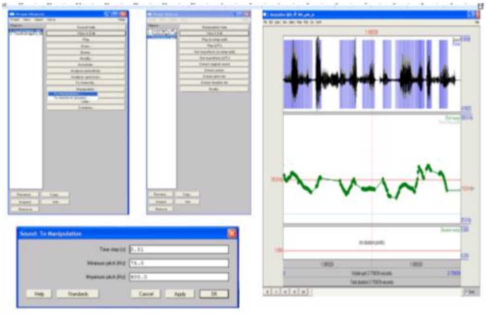
شكل40: التمثيل البياني لـ(VOT) الأصوات الانفجارية في الإنجليزية / المجهورات والمهموسات (الهائيات وغيرها)

مدة الوقفة (Pause duration): الوقفة هي فترة من آثار التمثيل الذبذبي، أين تكون السعة غير قابلة للتمييز بسبب ضجيج الخلفية. يمكن اعتبار الكثافة جديلة صوتية لقياس الوقفة، ويمكن تحليل الوقفات بقياس مدة الوقفة، أو توزيعها، أو موقعها. ونتيجة لممارسة شائعة، فقط تلك

الوقفات التي تتجاوز ١٠٠ ميلي ثانية تُعَدُّ "وقفة"، لذا يمكننا أن نقرِّر ما إذا كان ثمة وقفة أو لا، بقياس الفترة الزمنية بين كل كلمتين متجاورتين.

معدل سرعة الكلام (Speech rate): هو إجمالي مدة الجلسة بما في ذلك الوقفات، والقياسان الأكثر شيوعا لمعدل الكلام هما: مقطع في الثانية (sps)، وكلمة في الدقيقة (wpm)، في المدة الإجمالية (SPS) يحسبان مَعًا.

تعديل منحنى مدة صوت كائن: قم بتحديد هذا الكائن، وانقر على قائمة <Manipulate> ثم على أمر <To Manipulation>، يظهر عندها مربع حوار بقيم معيارية، لك تعديلها إذا شئت، بالنقر على <OK>، يظهر كائن جديد في القائمة باسم <Manipulation xxx>، بالنقر على <View & Edit> يظهر <ManipulationEditor> وتبدو مدة الطبقة (DurationTier) فارغة.


شكل ٤١: مراحل تعديل منحنى مدة كائن صوتي

لإضافة مدة إلى الطبقة، انقر على < Add duration point at cursor> تظهر الأهداف بصورة نقاط خضراء يمكن سحبها إلى منطقة المدة، بالنقر على أيٍّ من المستطيلات أو اختيار أحد أوامر قائمة <View>، عندها ستسمع صوتا مُعدَّلا، بالنقر على <Shift> يمكن سماع الصوت الأصلي. للحصول على الصوت المعدَّل كائنا مُستقلا، اختر

<Publish resynthesis> من قائمة <File>. في حالة تعديل منحنى النبرة كذلك، سيستند الصوت المعدَّل على المدة المعدَّلة والنبرة.

ربط المدة: يُمكِن للربط أن يحدُث بين صامتين (CC)، أو بين مُصوِّتَين (VV)، أو بين صامت ومُصوِّت (CV)، أو بين مُصوِّت وصامت (VC). في اللغة الإنجليزية يحدث الربط في الحالات الثلاث الأُوَل فقط: (CC)، (VV)، (CV).

أ/ بين صامتين (CC): يحدث هذا الربط عندما يتشابه الصامت الأخير من الكلمة السابقة مع نظيره في الكلمة اللاحقة، كما في "tha***t t***ime"، صامت واحد فقط واضح، وربما يكون لفترة طويلة قليلا.

ب/ بين مصوتين (VV): ربط "sa***y i***t" يحدث عندما يتبع مُصوِّت من نهاية كلمة مُصوِّتا في بداية كلمة أخرى.

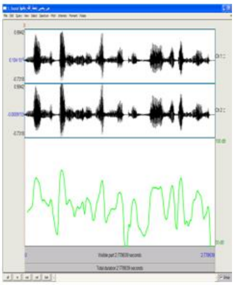
ج/ بين مصوت وصائت (CV) : كما في "kin***d o***f"، أحدهما صامت نهائي من كلمة والآخر مُصوِّتٌ في المقطع الابتدائي الموالي.

يُمكِنُنا أن نقرر ما إذا كانت هناك ربط عن طريق قياس مدة (CC)، ومدة (VV)، ومدة (CV) في برات.

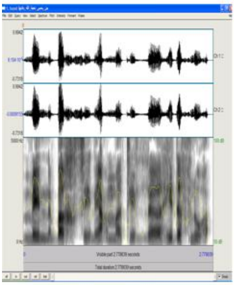
تحليل شدة الصوت

قياس الشدة (Intensity): لتَعرِف شدة ملف صوتي؛ حدِّده من نافذة الكائنات، وانقر على قائمة <To Intensity...>، سيظهر مربع حوار بقيم معيارية، لك تعديلها إذا شئت، بالنقر على <OK>، يظهر كائن جديد في القائمة باسم <Intensity xxx>، وتظهر قائمة عمودية يمين النافذة تُتيح لك التعامل مع الشدة. أما داخل الملف الصوتي نفسه؛ فيكفي أن تضع المؤشر في الجزء الأوسط المستقر من الصوت، وتذهب إلى قائمة (Intensity) وتختار <Get intensity> لعرض قيمة الشدة المحلية في نافذة منفصلة.

عرض منحنى الشدة (intensity contour): حدد الصوت أو كائن (LongSound) واختر (Edit)، ستظهر نافذة (SoundEditor) على الشاشة؛ الجزء التحليلي من هذه النافذة سيحوي منحنى الشدة، مرسوما بالخط الأصفر (اختر: إظهار الشدة من قائمة الشدة إذا كان غير مرئيا). هذا يعمل أيضا في (TextGridEditor).



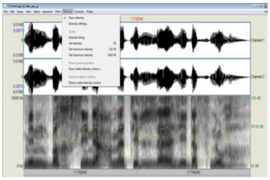
شكل 42: منحنى الشدة باللون الأخضر مجردا عن الطيف الصوتي



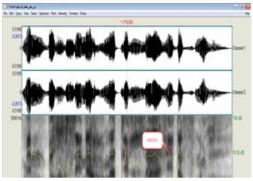
شكل 41: منحنى الشدة باللون الأصفر داخل الطيف الصوتي

الاستعلام عن منحنى الشدة: لطلب الشدة في المؤشر، أو متوسط الشدة في الجزء المرئي من الاختيار، انقر على <Get intensity> من قائمة (Intensity) أو اضغط على مفتاح F11.

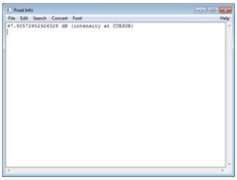
تكوين منحنى الشدة: من قائمة (...Intensity settings)، يمكنك تعيين عدد من النقط الزمنية لمنحنى الشدة، بالقياس إلى منحنى النبرة. يمكنك أيضا تعيين المقياس العمودي (على سبيل المثال 50–100 ديسيبل).



شكل 43: استخراج الشدة



شكل 44: منحنى الشدة

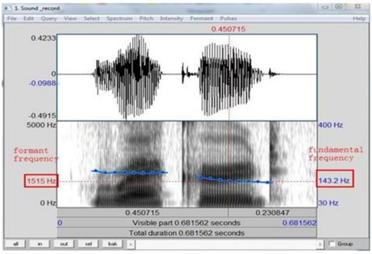


شكل 45: نافذة المعلومات المتعلقة بالشدة

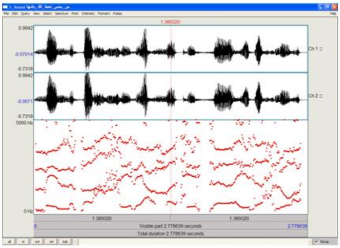
حفظ منحنى الشدة: لحفظ منحنى شدة كائن، حدده في قائمة الكائنات، ثم انقر على <Draw> ليظهر مربع حوار بقيم معيارية، لك تعديلها إذا شئت، بالنقر على <OK>، يظهر كائن جديد في نافذة الصورة، ومن قائمة <File> يمكنك حفظه بالصيغة التي تختار. بإمكانك أيضا حفظ منحنى الشدة من نافذة (SoundEditor) أو نافذة (TextGridEditor) باختيار < Extract visible >intensity contour من قائمة (Intensity).

تحليل البواني الصوتية

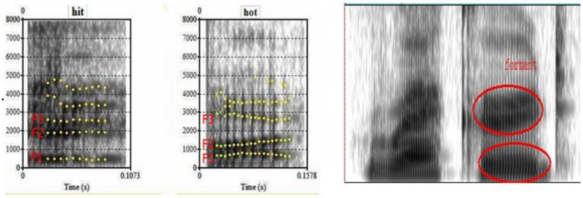
عرض منحنيات البواني الصوتية: لرؤية ملامح البواني الصوتية بدلالة الزمن، حدد الصوت أو كائن (LongSound)، واختر <Edit> لتظهر نافذة (SoundEditor) على الشاشة، الجزء التحليلي لهذه النافذة سيتضمن ملامح البانية الصوتية الملونة ببقع حمراء. إذا كنت لا ترى معالم البانية، اختر Show > formants< إظهار البانية من قائمة (Formant).



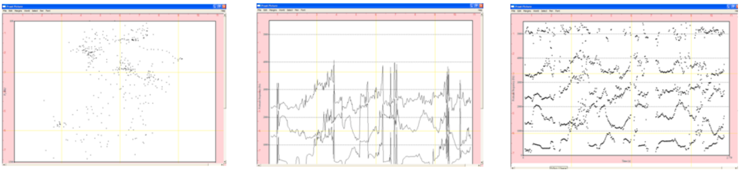
شكل 46: عرض منحنيات البواني الصوتية على الصورة الطيفية



شكل 47: عرض منحنيات البواني الصوتية بمفردها

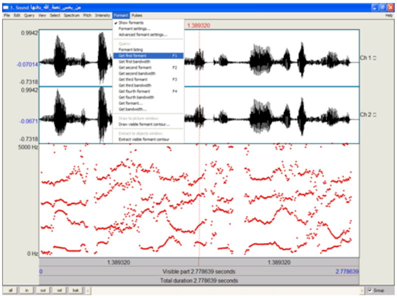


شكل 48: البواني الصوتية على الصورة الطيفية

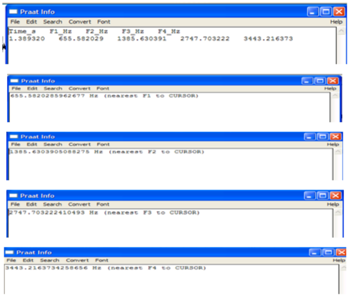


شكل 49: الخيارات الثلاثة لعرض صور البواني الصوتية

الحصول على قيم البواني الصوتية: لاستخراج المعلومات حول قيم البانية؛ ضع المؤشر في الجزء المستقر الأوسط من الصوت، واذهب إلى قائمة (Formant)، ثم <Get first formant>، عندها ستظهر البانية الأولى المحلية (F1) في نافذة منفصلة، قم بالشيء نفسه بالنسبة لبقية البواني (F2،F3،F4). باستخدام (Editor) من (Formants) في (Formant Listing) تحصل على قيم F1، F2، F3، F4، جنبا إلى جنب مع نقطة الوقت بالقياسات المتخذة.



شكل 50: استخراج قيم البواني الأربعة

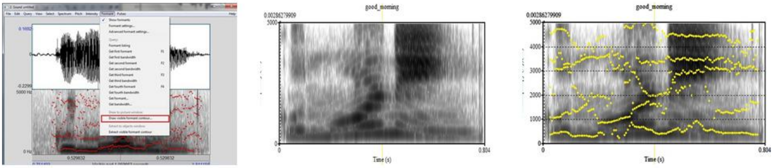


شكل 51: عرض قيم البواني الأربعة (مجموعة وفي نوافذ منفصلة)

لجعل قياساتك أدق؛ اضبط إعدادات البانية في <Formant settings>؛ اجعل الحد الأقصى للبانية عند الذكور 5000Hz، وعند الإناث 5500Hz، وعند الأطفال هو: 8000Hz.

رسم معالم البانية: لرسم كائن باني، حدد ملفه الصوتي من نافذة الكائنات، وانقر على <To Formant (burg)...> من <Analyse spectrum ->، سيظهر في قائمة الكائنات الكائن (Formant xxx). بتحديد الكائن الجديد تظهر قائمة جانبية؛ انقر على <Draw...> من قائمة (Draw -)، ثمة خيارات

بصورة الكائن الباني الذي تريده، بظهوره على نافذة الصورة، يمكنك طباعته أو حفظه، أو نسخه لإدراجه في معالج النصوص الخاص بك. كما يمكنك نسخ منحنيات البانية الظاهرة في نافذة (SoundEditor) أو نافذة (TextGridEditor) إلى قائمة الكائنات في هيئة كائن باني مستقل، وذلك بالنقر على <Extract visible formant contour> من قائمة (Formant).

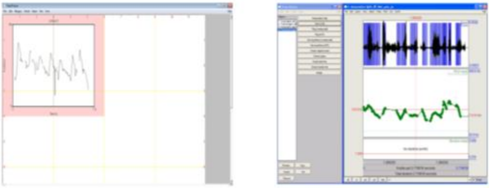


شكل 52 : مراحل رسم منحنيات البواني الصوتية

تحليل نبرة الصوت

النبرة (pitch): تُشير النبرة إلى الاختلافات في التردُّد الأساس للصوت (F0)، وللنبرة أهمية كبيرة في إشارة بدء النغمة (Tone)، ونبر المفردات (Stress)، وتنغيم الجمل (Intonation)؛ ففي الصينية مثلا، وهي لُغةٌ نَغمِية، قد يكون لِكُلِّ مَقطع أو مورفيم نبرة خاصة به.

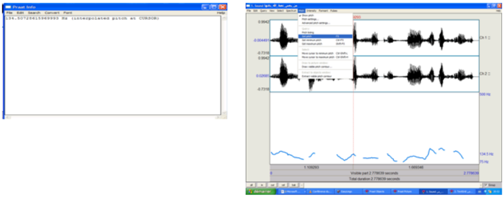
عرض منحنى النبرة (Pitch Contour): لعرض هذا المنحنى، حدد الكائن (LongSound)، واختر <Edit> لتظهر نافذة (SoundEditor)، في النصف السفلي منها منحنى النبرة، ممثلا بخط أزرق أو بسلسلة نقاط زرقاء. تظهر ثلاث قيم للنبرة مكتوبة



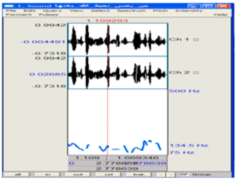
شكل 3 5: عرض منحنى نبرة الصوت

بأرقام زرقاء، يمين النافذة، وأسفل النافذة أرضية عرض نطاق النبرة، ربما 75 Hz. أما أعلاها، فيظهر تسقيف نطاق النبرة، ربما 600 Hz. وفي مكان ما بينهما، ترى قيمة النبرة في المؤشر، أو متوسط النبرة في الاختيار. بوضع المؤشر عند نقطة معينة، وبوضعه في الجزء الأوسط المستقر من المسار الأزرق والنقر على (pitch)، ثم <Get pitch>، تُعرَض القيمة المحلية للنبرة في نافذة مستقلة.

الاستعلام عن منحنى النبرة: بالحصول على النبرة من قائمتها في (SoundEditor) أو (TextGridEditor)، يُمكِنُك استخراج معلومات تتعلَّق بالنبرة في المؤشر أو في الجزء المحدَّد. إذا كان المؤشر مرئيا في النافذة، اكتب إلى معلومات نافذة (linearly interpolated) لتحصل على النبرة، في ذلك الوقت. إذا كان وقت الاختيار مرئيا داخل النافذة، ستحصل على معلومات عن متوسط النبرة في الجزء المرئي من هذا الاختيار أو في الجزء المرئي من الصوت.



شكل 54: عرض قيمة النبرة في نقطة معينة (نافذة مستقلة)



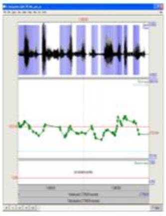
شكل 55: عرض قيمة النبرة في نقطة معينة

نسخ منحنى النبرة: اختر <Extract visible pitch contour> من قائمة (Pitch) أو قم بتحديد كائن صوتي في قائمة اختيار الصوت (To Pitch...) من القائمة الفرعية نافذة (SoundEditor) أو (TextGridEditor)، يُمكِن نسخه إلى قائمة الكائنات باعتباره كائن نبرة منفصلا. لعرض وتعديل محتويات كائن النبرة، حدده ثم اختر (Edit)، هذا يُنشئ نافذة لتحرير النبرة على الشاشة.

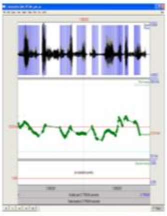
رسم منحنى النبرة: لرسم كائن النبرة في نافذة الصورة، حدده ثم اختر أيا من الأوامر في القائمة الفرعية للرسم. من نافذة الصورة، يمكنك طباعته

أو حفظه إلى ملف EPS، أو نسخه إلى الحافظة لإدراجه في معالج النصوص الخاص بك.

تعديل منحنى النبرة: لتعديل منحنى نبرة كائن صوتي، حدِّده من نافذة الكائنات، ثم انقر على الأمر (To Manipulation) من قائمة (- Manipulate) ليظهر مربع حوار بقيم معيارية. انقر على <OK> ليظهر كائن جديد في قائمة الكائنات باسم (Manipulation xxx)، بالنقر على <View & Edit> يظهر <ManipulationEditor>، وفيه تبدو (PitchTier) سلسلة من النقاط السميكة. للحد من عدد من النقاط، اختر (Stylize pitch...) من قائمة (Pitch)، عندها يَسهُل سحب نقاط المنطقة الزمنية للنبرة.


شكل 56: منحنى نبرة الصوت بعد التعديل

شكل 57: تعديل منحنى نبرة الصوت


شكل 54: منحنى نبرة الصوت قبل التعديل

إذا نقرت فوق أيٍّ من المستطيلات، أو اخترت أيا من أوامر التشغيل من قائمة <View>، ستسمع صوتا مُعدَّلا، يمكنك الحصول عليه كائنا مستقلا. بالنقر على الأمر (Publish resynthesis) من القائمة <File>، بإمكانك الاستماع إلى الصوت الأصلي بالنقر على المفتاح (Shift). في حال تعديل مُنحنى المدَّة أيضًا، الصوت المعدَّل سيستند على النبرة والمدة المعدَّلتين.

تحسين منحنى النبرة: لتفادي الاضطراب في المنحنى الأزرق للنبرة الذي يقفز أحيانا صعودا وهبوطا، فيتضاعف F0 الفعلي أو ينخفض، ولتكون النبرة أوضح، وتعكس بصورة أفضل صوت المتحدِّث، قد تحتاج إلى ضبط بعض إعداداتها من خلال (Pitch settings)[1].

فإذا كان منحنى النبرة منخفضا جدا في الطيفية، عندها يمكنك زيادة الحد الأقصى لقيمة نطاق النبرة (من 400 إلى 500 مثلا)، أما إذا كان منحنى النبرة مرتفعا جدا، فيمكنك تقليل قيمة الحد الأقصى لنطاق النبرة (من 400 إلى 300 مثلا). وإذا كنت قد حصلت على المدى الفعلي للمتحدِّث من قياسات سابقة، فيمكنك تعيين الحد الأدنى أقل بقليل من F0 للمتحدِّث مباشرة، والحد الأقصى أكثر بقليل من أعلى نبرة له.

حفظ منحنى النبرة: يتم بتحديد كائن النبرة من القائمة، ثم اختيار أحد الأوامر في قائمة الكتابة، لاستعماله في وقت لاحق. إذا لم يكن منحنى النبرة ظاهرا، فاختر (Show pitch) من قائمة <Pitch>.

قياس النبرة: لمعرفة متوسط نبرة جزء من صوت، حدِّده ثم انقر على <Get pitch>، وللتعرف على نبرته القصوى أو الدنيا، قم بتحديده، ثم انقر

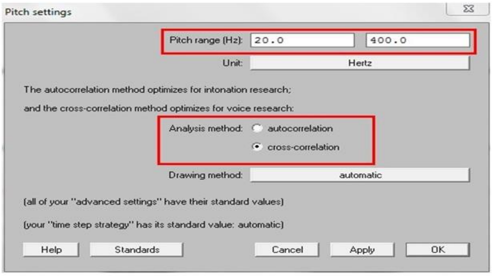
---

(1) من <...Pitch settings> في قائمة **(pitch)**، يمكنك تحديد كيفية عرض منحنى النبرة، وكيف يتم حسابه، ثمة قيم افتراضية <Standards>، بإمكانك تغييرها.

على <Get Maximum Pitch> أو <Get Minimum Pitch>، ستظهر في الحالات الثلاث نافذة (Praat Info) بها القيمة التي تبحث عنها.

المعالجة الدقيقة للنبرة: إذا عرفت بالضبط منحنى النبرة المراد، يمكنك إنشاء (PitchTier) من الزر المكافئ في القائمة الجديدة، ثم إضافة نقاط بواسطة (PitchTier: Add point). فللحصول على نبرة بين 150-350Hz في ثانية واحدة؛ عليك إنشاء (PitchTier)، ثم إضافة نقطة في 0 ثانية، وتردد 350 Hz، ثم تضيف نقطة ثانية عند 1 ثانية مع تردد 150 Hz. يمكنك وضع هذا (PitchTier) داخل كائن معالجة، باتباع الخطوات نفسها.

إعداد نطاق النبرة: هذا هو المبحث الأكثر أهمية في تحليل النبرة؛ بالنسبة للذكور، فإن نبرة أصواتهم من 75 إلى 300Hz، أما الإناث، فمن 100 إلى 600Hz. أما أصوات الأطفال، فيمكنك غالبا استخدام 200 Hz. لذلك فإن النطاق المعياري للنبرة هو بين 75-600Hz، النطاق الذي قمت بتعيينه هنا، سيظهر يمين نافذة التحليل.



شكل 59: ضبط إعدادات النبرة

لما كان تردُّد الصوت الصريري لا يقل عن 75 Hz، فإنَّ تحليل النبرة يتطلَّب نافذة تحليل 40 ميلي ثانية واحدة، وهي تتوافق مع 3 فترات من النبرة

القصوى (75/ 3 = 0.040). فلقياس F0 في اللحظة 0.850 ثانية، أي: أنَّ المدَد بين من 0.830 إلى 0.870 ثانية، ستكون كلُّها مُعتبَرَةً. وإذا قمت بتعيين أرضية نبرة أقل من 25 Hz، فإن نافذة التحليل سترتفع إلى 120 ميلي ثانية، وهي تتوافق أيضا مع 3 فترات من النبرة القصوى (25/ 3=0.120 ثانية). أي: أنَّ المدَد بين 0.790 و0.910 ثانية، ستكون كلُّها مُعتبَرَةً، لتسهل رؤية التغييرات السريعة الطارئة على F0.

بناء على ما تقدَّم؛ فوضع أرضية لنطاق النبرة شرط فني لتحليلها؛ فإذا قمت بتعيينٍ مُنخفضٍ جدا، فإن التغييرات السريعة جدا لـF0 ستغيب، وإذا قمت بتعيينٍ مرتفعٍ جدا، فإن قيم F0 المنخفضة جدا ستغيب أيضًا.

تحليل النبر والتنغيم

النبر (Stress): هو سمة فوق مقطعية (suprasegmental feature)، يُراد به تغيُّر نبرة الصوت التي تتَّخِذ له مكانا في النواة (nucleus) [1] صُعودا ونُزولا.

البروز (prominence): هو الميزة المشتركة بين جميع المقاطع المنبورة في الكلمات، وهو ناتج عن اجتماع أربعة عوامل رئيسة: 1/ البريق (loudness)، 2/ الطول (length) 3/ النبرة (pitch) 4/ الجودة (quality). هذه العوامل تختلف في أهميتها؛ فالتأثير الأقوى يعزى إلى النبرة والطول، أما البريق والجودة فتأثيرهما أقل بكثير. فالنبر يتجلى بارتفاع النبرة، وزيادة الشدة (البريق) أو أكبر طول للمصوِّت.

تحليل النبر في برات: لتحليل النبر في برات، افتح ملف الصوت، وحدِّده من نافذة الكائنات، ثم انقر على <View & Edit>، ثم (Spectrum→Show spectrogram)، ثم حدد (Pitch→Show pitch). وهكذا؛ فإنَّ تحليل النبر يجب أن يتضمَّن الصورة الموجية، والتمثيل الطيفي، ومنحنى النبرة.

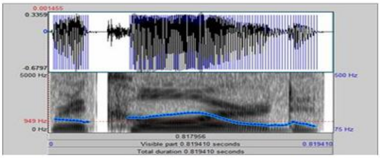
(1) هي عادةً: المصوِّت المتوسِّط في مقطع ما.

أمثلة للنبر: سنأخذ كلمة (*Record /rI Ûk??ùd/*) مثالا للنبر في الإنجليزية، هذه الكلمة تنقسم كلمة إلى مقطعين : (*re-*) و(*cord-*):

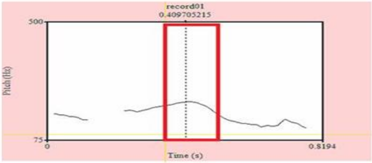
1/ بوضع الشدَّة على المقطع الثاني: (*cord-*) الأرضية في حالة صعود، خصوصا في جزء المصوِّت، ومدة المقطع الثاني (*cord-*) أطول لأنَّ المقطع المشدَّد أعلى من مقطع غير منبور. (*re-*)، الأرضية في حالة سقوط.

2/ بوضع الشدَّة على المقطع الأول: مدة المقطع الأول (*re-*) أطول بكثير من تلك التي في المثال الأول. والأرضية آخذة في الارتفاع، أما في المقطع الثاني (*cord-*) فالمدة أقصر، وثمة انخفاض باتجاه الأسفل. والجدول التالي يُلخِّص ما تقدَّم:

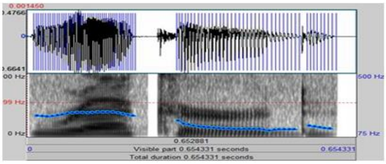
المقطع	النبرة **(HZ)**	المدة **(S)**	المقطع	النبرة **(HZ)**	المدة **(S)**
re-	160	0.132	’-cord	172	0.615
’re-	230	0.240	-cord	137	0.356



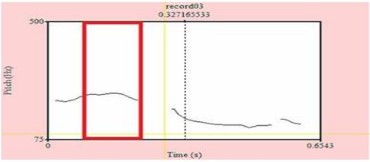
شكل 6 0: الصورة الطيفية لكلمة /rI Ûk??ùd/ reCORD



شكل 6 1: منحنى النبرة لـ reCORD



شكل 6 2: الصورة الطيفية لكلمة /Ûrek«d/ REcord



شكل 6 3: منحنى النبرة لـ REcord

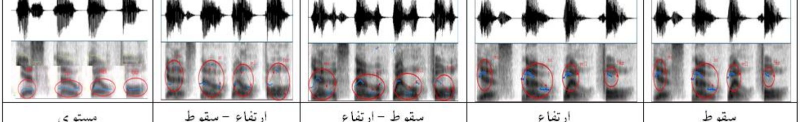
التنغيم (Intonation): هو سمة فوق مقطعية أيضًا، ويُراد به سلسلة الوحدات في خط لحني كلامي كامل. فإذا كانت النبرة تمثل النغمات الفردية للكلام، فإن التنغيم يشمل ارتفاع وانخفاض أو استواء الصوت في مستويات مختلفة من العلو خلال إخراج كلام ما.

للتنغيم تعلُّقٌ وَثيقٌ بتردُّد الوترين الصوتيين أثناء الكلام، وهو يؤثِّر على معنى الجملة؛ فعندما يكون صاعدًا، فغالبًا ما تكون الجملة استفهامية. وعندما يكون هابطًا، تكون الجملة خبرية. فمثلا عند نطق جملة مثل "الزجاج مكسور" بتنغيم صاعد (الزجاج مكسور ؟) فإننا نستفهم من السامع ما إذا كان هذا الخبر صحيحًا، أما عند نُطقه الجملة نفسَها بتنغيم هابط (الزجاج مكسور.)، فإننا نخبره بالحدث.

شكل 64 : عرض تحليل النبر

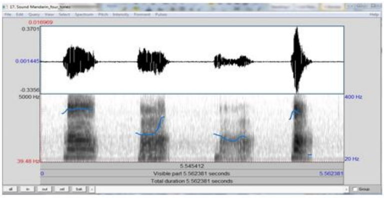
محدِّدات التنغيم: التنغيم يُعبِّر عن مشاعر المتكلمين ومواقفهم، وهو يحدَّد من عناصر عِدَّة كالطاقة، والمدة، وسرعة الكلام (tempo)، وجَودة الصوت، وتؤدي النبرة (pitch) الدور الأهم. اللغة الإنجليزية لغة تنغيمية (intonational)، والناطقون باللغة الإنجليزية الأم يستخدمون تنغيمات مختلفة في أنواع مختلفة من الجمل.

في برات، نستخدم بشكل رئيس منحنى النبرة للإشارة إلى نغمات مختلفة، كهبوط وارتفاع النغمات. وفيما يلي أنواع النغمات الشائعة في اللغة الإنجليزية للكلمات التالية، وقد أخذت أربع كلمات عينات للدراسة، وهي على الترتيب من اليسار إلى اليمين (yes-no-well-four):

yes no well four	yes no well four	yes No Well Four	yes no Well Four	yes no well Four
				
مستوي **Level**	ارتفاع – سقوط **Rise-fall**	سقوط – ارتفاع **Fall-rise**	ارتفاع **Rise**	سقوط **Fall**

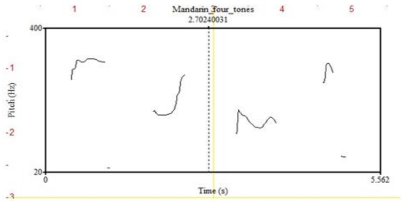
شكل 65 : أنواع النغمات الشائعة في اللغة الإنجليزية

تحليل التنغيم في برات: خُذ مثلا أربع كلمات صينية: (mā) أُمٌّ، (má) قنبٌ، (mă) حِصانٌ، (mà) أنَّب؛ سنحدد الصوت في قائمة الكائنات، ثم ننقر على <View & Edit>، وعلى (Pitch→Show pitch) في نافذة محرر الصوت، لتظهر نافذة (الشكل) تعطي تمثيلا بيانيا لتغيرات البانية الأساسية (النبرة/ منحنى النبرة).



mà mǎ Má Mā

شكل 66: عرض أطياف الكلمات الأربع



mà mǎ má mā

شكل 67: عرض نغمات الكلمات الأربع

لجعل العرض أوضح، نضبط إعدادات النبرة <Pitch settings>، بجعل نبرة أصوات الرجال في نطاق 50-180HZ، ونبرة أصوات للنساء في نطاق 80-250HZ. يفضل الارتباط الذاتي (autocorrelation) للدراسات التنغيمية وعبر ارتباط (cross-correlation) لدراسة النغمات، ثم انقر على <Draw visible pitch contour> من قائمة (Pitch)، حدد مساحة في نافذة الصور باستخدام إطار وردي، حدد <Pitch→ draw>، ستظهر النتائج في نافذة الصورة.

البرمجة في برات

من أهم ميزات تطبيق برات أتمتة العمليات (Automation)؛ أي: إمكانية برمجته للقيام بالعمليات المتكررة اختصارًا للوقت، بسلسلة تعليمات تُدخَل يدويا، ثم تحوَّل إلى نص برمجي (script). فمثلا بَدل تحريك المؤشر في محرر الصوت وإجراء قياسات كل 10 ملي ثانية، يُمكِنك كتابة (script) للقيام بذلك، ونقل القياسات آليا إلى ملف (Excel) أو إلى قاعدة بياناتك الخاصة.

أنموذج لبرنامج نصي يقيس البواني الصوتية:

للقيام بالعملية يدويا: نحدِّد الصوت، ثم نختار (Formants & LPC)، ومن ثَمَّ (To formants (burg)...) للحصول على كائن يحوي القيم الخاصة بهذا القياس. لمعرفة القياسات والمعلومات المتعلقة بهذا التحليل نستخدم أمر (Query) والأوامر المنبرة هناك لتظهر لنا المعلومة على الشاشة.

لأتمتة العملية: نبدأ بإنشاء ملف الأتمتة باختيار <New Praat script>، من قائمة (Praat) ليتأتّى له تذكُّر جميع الخطوات التي قمنا بها وتخزينها في ذاكرته ما لم نقم بمسح تلك المعلومات.

بدايةً ننقُر على <Paste history> من قائمة <Edit> في النافذة الجديدة الخاصة بمحرر الأتمتة، عندها نحصل على تسلسل العمليات التي قمنا بها

للحصول على القياسات الخاصة بالبواني الصوتية. لتحويل هذه العمليات إلى عملية عامة، نُدخِل متغيرات برمجية ليتسنَّى للتطبيق العمل التعامل مع عدة ملفات [1]، لذا يُستحسَن إدراج ملاحظات عما نقوم به لئلا تختلط الأمور فيما بعد، نضع بِدايةَ كُلِّ سطر مُلاحظاتٍ علامة (#).

في البرنامج الذي كتبناه، طلبنا من قائمة (Query) بيانات خاصة بالبواني (Formants) محددة في زمن محدد. ولكن يُمكِن أيضًا تضمين هاتين المعلومتين باعتبارهما متغيرين يتطلبان التحديد من قبل المستخدم. يتم ذلك بمربع حوار (form) يظهر في بداية عمل البرنامج. مثلاً:

```
#ask a user the time and the file name
Form supply_arguments
        positive time_measure 1.00
  sentence file_name A:\cat.WAV
endform
Read from file... 'file_name$'
To Formant (burg)... 0.01 5 5500 0.025 50
f1 = Get value at time... 1 'time_measure' Hertz Linear
```

لتكرار هذا المقياس كل 10 ملي ثانية، نستخدم (loops) والتي تبدأ بـ(for) وتنتهي بـ(endfor)، وتحوي ثابتين رقميين هما حدَّا التنفيذ، كما في المثال التالي:

(1) المتغيرات في برات إما نصية تنتهي دائماً بـ($)، وإما رقمية توضع بين علامتي تنصيص ' ' عدا عند تعريفها للمرة الأولى. تجنَّب ابتداء اسم مُتغيِّرٍ برقم أو بحرف تاجي (Capital)، وكذا ترك فراغات (white space) في نهاية الأسطر لأنها تُربِك عمل البرنامج.

```
endTime = Get finishing time
repetition = 'endTime' / 0.01
      for i to repetition
            timeM = i * 0.01
            select Formant cat
            f1 = Get value at time... 1 timeM Hertz Linear
      endfor
```

ويُمكِن تقريب القيمة الرقمية إلى خانتين: f1$= fixed$ (f1, 2).

لنَفترِض أن ضمن الـ(loops) أعلاه مناطق في الصوت لا بواني فيها، مما قد يسبب توقف البرنامج. لتدارك هذه المشكلة وغيرها، نستخدم أوامر شرطية بصيغة (if)، كما في المثال التالي:

```
if f1$ = "--undefined--"
      f1$= "0"
endif
```

للتعامل مع أكثر من ملف نقوم بعمل التالي:

```
input_directory$ = "C:\Praat\test"
Create Strings as file list... fileList 'input_directory$'\*.wav
# the name of files - later we could track each file
numberOfFiles = Get number of strings
for i to numberOfFiles
      select Strings fileList
      #finding the name of each file
      fileName$ = Get string... i
      Read from file... 'input_directory$'\'fileName'$
...
...
endfor
```

بعد حصر عدد الملفات الموجودة في المجلد المعطى في قائمة نصية، استخدمنا القائمة للحصول على اسم كل ملف وقراءته على حدة. من المفيد

هنا الحصول على اسم الملف بدون اللاحقة (.wav)، لاستخدامه في تحديد كائنات هذا الملف التي لا تحمل اللاحقة نفسها:

```
   #creating new file name without ".wav"
   #If the filename$ is "a_1. wav"
   #then the newFileName$ would #be "a_1"
newLength = length (fileName$) - length (".wav")
newFileName$ = left$ (fileName$, newLength)
```

لنقل البيانات إلى ملف (Excel) نستخدم الأمر (fileappend) كما في المثال: fileappend c:\praat\f1.xls 'timeM"tab$"f1$"newline$'

- هناك مواقع توفر برامج نصية جاهزة مجانية، يمكن تحميلها؛ منها:

http://www.linguistics.ucla.edu/faciliti/facilities/acoustic/praat.html
https://sites.google.com/site/praatscripts/

مكتبة الدليل

١- محمد الخيري، دورة تحليل الإشارة الصوتية باستخدام برات. استرجعت من www.mghamdi.com/SSA_Khairi.pdf في 2016/05/10.

2- Antje Schweitzer. Praat Scripting. Nov. 2013, revised Dec.2015. http://www.ims.uni-stuttgart.de/institut/.../praat-scripting/praat.tutorial.pdf. (Accessed 2016-05-10).

3- Goldman, Jean-Philippe. Tutoriel Praat, , Université de Genève. Décembre 2006. latlcui.unige.ch/phonetique/easyalign/tuto-rielpraat.pdf. www.praat.org/manual. (Accessed 2016-05-10).

4- Lukas Balthasar & Daniel Valero. Transcription avec Praat – Mode d’emploi. icar.univ-lyon2.fr/projets/corinte/documents/ PRAAT_BalthasarValero.pdf . (Accessed 2016-05-10).

5- P. Boersma & D. Weeninck. Praat, Doing Phonetics by computer, http://www.fon.hum.uva.nl/praat/. (Accessed 2016-05-10).

6- Praat Beginners' Manual. http://ec-concord.ied.edu.hk/phonetics&phonology/wordpress/learning_website/praathome.htm. (Accessed 2016-04-18).

7- Rahul Balusu & Adamantios Gafos. Praat User’s Guide: Measuring Duration and Formants. Last revised: Sept 5 2010. http://www.haskins.yale.edu/staff/gafos.../AcouToyPraat(1).pdf. (Accessed 2016-04-18).

8- Using Praat to Listen to Sound Files 341. http://www.basesproduced.com/341/handouts/Praat1.pdf. (Accessed 2016-05-10).

9- Van Lieshout, Pascal. PRAAT Short Tutorial, A basic introduction. V. 4.2.1, October 7, 2003 (PRAAT 4.1.x). http://web.stanford.edu/dept/.../PRAAT_workshop_ manual_v421.pdf. . (Accessed 2016-05-10).

10- Will, Styler. Using Praat for Linguistic Research - Version 1.6.2. January 14, 2016. savethevowels.org/praat/UsingPraatforLinguisticResearchLatest.pdf. (Accessed 2016-05-10).

فهرس الموضوعات

الموضوع الصفحة

التعريف بالتطبيق

ميزات التطبيق وخصائصه........ 05

الحصول على التطبيق وتنصيبه........ 08

كيفية الإحالة على برات........ 08

النوافذ الرئيسة للتطبيق

نافذة حول (About)........ 10

نافذة كائنات برات (Praat Objects)........ 10

نافذة صور برات (Praat Picture) 12

طرق الحصول على الصوت

قراءة الملفات الصوتية 17

تسجيل الملفات الصوتية من اللاقط إلى برات 18

تخليق الصوت انطلاقا من معادلات........ 20

الملف الصوتي : خصائصه،مواصفاته، تقطيعه

الخصائص الفيزيائية للصوت........ 21

تقطيع ملف صوتي........ 24

استخراج جزء من الصوت........ 25

النوافذ الفرعية للتطبيق

نوافذ التحرير (Editor windows)........................ 27

نافذة الشبكة النصية (TextGrid)......................... 28

التعليق على ملف صوتي في الشبكة النصية.............. 34

الاستماع إلى ملف صوتي في الشبكة النصية............. 37

الصورة الطيفية

الصورة الطيفية (Spectrogram)........................ 39

إنجاز صورة طيفية.. 40

ضبط إعدادات الطيفية.. 41

النطاق الزمني للطيفية (Spectrum)......................... 45

شريحة الطيف (Spectral slice).............................. 47

تحليل مدة الصوت

قياس المدة (Duration).................................... 49

قياس توقيت بداية التصويت (VOT)........................ 49

مدة الوقفة (Pause duration)............................. 50

معدل سرعة الكلام (Speech rate)......................... 51

تعديل منحنى مدة صوت كائن................................ 51

ربط المدة.. 52

تحليل شدة الصوت

قياس الشدة (Intensity).. 53

عرض منحنى الشدة.. 53

الاستعلام عن منحنى الشدة.. 54

تكوين منحنى الشدة.. 54

حفظ منحنى الشدة.. 54

تحليل البواني الصوتية

عرض منحنيات البواني الصوتية.. 55

الحصول على قيم البواني الصوتية.. 56

رسم معالم البانية.. 56

تحليل نبرة الصوت

النبرة (pitch).. 58

عرض منحنى النبرة (Pitch Contour).. 58

الاستعلام عن منحنى النبرة.. 59

نسخ منحنى النبرة.. 59

رسم منحنى النبرة.. 59

تعديل منحنى النبرة.. 60

تحسين منحنى النبرة.. 61

حفظ منحنى النبرة........................ 61

قياس النبرة............................ 61

المعالجة الدقيقة للنبرة.................... 62

إعداد نطاق النبرة....................... 62

تحليل النبر والتنغيم

النبر (Stress)........................... 64

البروز (prominence)...................... 64

تحليل النبر في برات...................... 64

أمثلة للنبر.............................. 65

التنغيم (Intonation)..................... 66

محدِّدات التنغيم.......................... 67

تحليل التنغيم في برات.................... 68

البرمجة في برات

تمهيد.................................. 69

أنموذج لبرنامج نصي يقيس البواني الصوتية.......... 69

مكتبة الدليل............................ 73

فهرس الموضوعات........................ 74

Cahiers du centre

Série éditée par le

Centre de Recherche Scientifique et Technique
pour le Développement de la Langue Arabe

Guide utilisateur

de l'application d'analyse et de traitement

des signaux acoustiques

PRAAT

Dr. BENAISSA KEBIR

Nº 9

2019

Dépôt légal : 2019
ISSN : 1112-735X
ISBN : 978-9961-9660-9-9